

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ
ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**

Е. Т. Сердалиев

**ТАУЖЫНЫСТАРЫН БҰРҒЫЛАП-
АТТЫРЫП ҚОПАРУ**

Оқулық

*Қазақстан Республикасы Білім және
ғылым министрлігі бекіткен*

Алматы, 2011

ӘОЖ 622.2(075.8)
КБЖ 33.13я73
С 37

Пікір жазғандар:

Д. Г. БӨКЕЙХАНОВ – техника ғылымдарының докторы, профессор;
Н. ЖАЛҒАСҰЛЫ – техника ғылымдарының докторы, профессор;
Т. Қ. ҚАЛЫБЕКОВ – техника ғылымдарының докторы, профессор;
Х. А. ЮСУПОВ – техника ғылымдарының докторы, профессор.

Сердалиев Е. Т.

Таужыныстарын бұрғылап-аттырып қопару. Оқулық. – Алматы: ЖШС РПБК «Дәуір», 2011. - 297 б.

ISBN 978-601-217-233-1

Бұл оқулықта таужыныстарының негізгі қасиеттері, олардың топтамалары және шпурлар мен ұңғымаларды бұрғылау әдістері, бұрғылайтын құралдардың түрлері мен сипаттамалары туралы түсініктер берілген. Сонымен қатар өнеркәсіптік жарылғыш заттардың құрамдары мен сипаттамалары, оларды қоздыру және аттыру әдістері зерделенген. Жарылыс жұмыстарының параметрлерін есептеудің жалпы принциптері, аттыру желілерін құрастырудың әдістері, соған қоса жарылыс жұмыстарын ұйымдастыру ережелері қарастырылған. Бұрғылап-аттыру жұмыстарын орындау кезіндегі өнеркәсіп қауіпсіздігінің талаптары келтірілген.

Оқулықтың мақсаты – «Тау-кен ісі» мамандығында оқитын бакалавриат және магистранттарға тау-кен өнеркәсібіндегі таужыныстарын бұрғылау және аттыру жұмыстарының технологиясы мен қауіпсіздігін үйрету.

Оқулық «Тау-кен ісі» мамандығының квалификациялық сипаттамасы, Мемлекеттік стандарттары, типтік және жұмыс бағдарламалары талаптарына сай жазылған.

ISBN 978-601-217-233-1

ӘОЖ 622.2(075.8)
КБЖ 33.13я73

© Е. Т. Сердалиев, 2011
© ҚР Жоғары оқу орындарының
қауымдастығы, 2011

КІРІСПЕ

Республикамыздың тау-кен өнеркәсібінің өркендеуінің болашағы, еліміздің шикізат қорын дұрыс және тиімді игеріп, пайдалануға тікелей байланысты. Осыған орай қазіргі таңда елімізде пайдалы қазбаларды игеру қарқыны жылдан-жылға өсіп келеді [1].

Таужыныстарын бұрғылау және жару жұмыстары кен өндірісі өнеркәсібінде, кенорнын барлау, пайдалы қазбаларды ашық және жерасты әдістерімен игерген кезде, сонымен қатар бұрғылап-аттыру жұмыстары көлік жолдары, теміржол және азаматтық құрылыстарда, гидротехникалық нысандар құрылысында, мұнай мен газ өндірісін қарқындыландыру үшін, металдарды кесу, дәнекерлеу кезінде атқарылады.

Өте бекем таужыныстарын қопару технологиясының бастапқы процесі, оларды массивтен бөлшектеп ажырату және белгіленген өлшемдегі кесектерге ұсақтау болып табылады. Қазіргі кезде профессор М. М. Протодьяконов топтамасы бойынша, бекемдік коэффициенті $f > 6$ таужыныстарын қазып өндіруге дайындаудың тиімді және әмбебап әдістерінің бірі – жарылыс қуатын пайдаланып қопару болып есептеледі.

Бұрғылап-аттыру жұмыстарын орындау үшін массивте шпурлар мен ұңғымаларды бұрғылайды немесе камералар қазады. Олардың ішіне жарылғыш заттарды орналастырып, содан кейін жарылғыш зат оқтамын аттырады. Бұрғылау және аттыру жұмыстарының еңбек көлемі жалпы кен өндірісіндегі еңбек көлемінің 10–20 % құрайды. Таужыныстары бекемдігінің жоғарылауына байланысты бұрғылау және аттыру жұмыстарының еңбек көлемі өседі.

Таужыныстарын қопару сапасы негізінен қатты таужынысы массивінің ұсақталған кесек ірілігімен және бірқалыптылығымен, көлемі үлкен ірі кесектердің шығу пайызымен, кертпеш табанының күйімен, жерасты қазбаларының қабырғаларымен, кен массасының құлау енімен сипатталады. Кен өндіру технологиясының бастапқы процесі бола тұра, жарылыс жұмыстары кезектегі: тиеу, тасымалдау, механикалық ұсақтау және минералды шикізатты өңдеу сияқты қалған жұмыстардың тиімділіктерін сипаттайды. Қазіргі кезде тау-кен кәсіпорындары өте қуатты, жоғары өнімді бұрғылау станоктары мен арбалары, экскаватор және тиеу-тасымалдау машиналарымен жасақталған. Жақсы жарылыс жұмыстарынан пайда болатын бірқалыпты қопарылған кесектер шығымы тасымалдау жұмыстарын 1,5–2 есе жеңілдетеді, ал қазбалардың сенімділігі мен қызмет ету уақыты 2–3 есеге артады. Сондықтан кен өндіру жұмыстарының негізгі процестері бұрғылап-аттыру жұмыстарына тәуелді.

Соңғы жылдары тау-кен кәсіпорындарында өнеркәсіптік жарылғыш заттардың (ЖЗ) түрлері жаңарып келеді: ұнтақталған ЖЗ орнына зауытта дайындалған түйіршіктелген гранулиттер, граммониттер, гранулотолдар, алюмотолдар кеңінен қолданылады. Сонымен қатар ұңғымалар мен

шпурларды механикалық оқтау әдісі де кеңінен енгізілген. Тікелей өндіріс орнында дайындалатын құрамы қарапайым ЖЗ: игданиттер, аквотолдар, карбатолдар және эмульсиялы ЖЗ қолдану дәрежесі өскен. Солардың барлығы жарылыс жұмыстарының сапасы мен оның тиімділігінің өсуін қамтамасыз етеді. Ол жұмысшы квалификациясының талаптарын және бұрғылап-аттыру жұмыстары бойынша жобалық құжат талаптарын жоғарылатады.

Сонымен қатар, карьер мен кеніштерде, азаматтық құрылыстарда қолданылатын жарылыс жұмыстары «Жарылыс жұмыстары кезіндегі өнеркәсіп қауіпсіздігінің талаптарына» сәйкес орындалуы қажет. Сондықтан оқулықта жарылыс жұмыстарын тиімді және қауіпсіз ұйымдастыру сұрақтары да қарастырылған.

Жарылыс жұмыстарын сапалы орындаудың міндетті құжаты – бұрғылап-аттыру жұмыстарының жобасы болып саналады. Мұнда таңдап алынған жарылыс жұмыстарының параметрлері, сұлбалары, қопарылатын нысанның қасиеті және жарылыс жұмыстарына әсер ететін себептер келтіріледі. Жобаны дұрыс құрастыру мен жарылыс жұмысын орындаудың негізгі жағдайы қопарылатын таужынысының қасиетін анықтау болып есептеледі.

«Тау-кен ісі» мамандарын дайындайтын оқу жоспарына сәйкес «Таужыныстарын атылыспен бұзу», «Таужыныстарының физикасы», «Кен кәсіпорындарын салу», «Кен кәсіпорындарын жобалау негіздері» пәндері бірін-бірі толықтыра енгізілген. Ұсынылып отырған оқулық осы пәндердің оқу жоспарларын қамти отырып жасалған. Сонымен қатар оқулықта таужыныстарын бұрғылау мен аттыру жұмыстарын жобалаудың инженерлік есептері келтірілген. Бұл оқулық жоғарыда айтылған пәндер бойынша зертханалық, тәжірибелік, курстық, дипломдық және бакалавриаттар мен магистранттардың дербес өзіндік жұмыстарын орындаудағы қолданылатын негізгі әдебиеттердің бірі болып саналады.

1. ТАУЖЫНЫСТАРЫНЫҢ НЕГІЗГІ ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ ШПУРЛАР МЕН ҰҢҒЫМАЛАРДЫ БҰРҒЫЛАУ ӘДІСТЕРІ

1.1. Бұрғылау және қопару тиімділігіне әсер ететін таужыныстарының қасиеттері

Таужыныстарының қасиеттерін үйрену – бұрғылау машиналарын таңдауда және жару жұмыстарын жүргізгенде өте маңызды. Бұрғылап-аттыру жұмыстарын жүргізген кезде таужыныстарының қопарылу тиімділігі оның әртүрлі қасиеттерімен анықталады. Бұл, мысалы, бұрғылау кезінде кескіш құрал астындағы қопарылу аймағы аз өлшемдерге ие және таужыныстарының кіші қасиеттеріне: қаттылығына, мықтылығына, жемірлігіне, кесектілігіне, тұтқырлығына, т.б-ға байланысты [1, 2].

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

Таужыныстарының бекемдігі – таужынысына 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 пластикалылығы – 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 ЖЗ

ұңғымаларға оқтауға таңдағанда ескерген жөн.

Таужыныстарының тығыздығы – оның табиғи күйіндегі массасының көлеміне қатынасы. ЖЗ 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 тау-кен жұмыстарында 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 оңай қабаттарға 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, забойдың жоғарғы кеңістігімен планиметриялық және фотопланиметриялық өлшеулер арқылы, жарылыстан кейін жеке бөлшектерді өлшеу жолымен, т.б-мен анықталуы мүмкін.

1.2. Таужыныстарының классификациясы

Таужыныстарының классификациясы тау-кен жұмыстарын орындау кезінде үлкен тәжірибелік мәнге ие, әсіресе бұрғылау машиналарын, жарылыс жұмыстарының әдістерін таңдағанда, қазба нормаларын және жарылғыш материалдардың шығынын анықтау кезінде ауқымды қызмет

атқарады [1, 2].

Профессор М. М. Протодьяконовтың таужыныстарын жіктеу әдісі. Бұл әдістің негізі таужыныстарының бірсығты сығылу кезіндегі мықтылығымен сипатталатын бекемдік коэффициентінен құралған. Сығылуға мықтылығы 100 кгс/см² (9,8·10⁶ Н/м²) таужыныстарының бекемдік коэффициенті бірге тең екені бізге мәлім. Соған байланысты, мысалы, мықтылығы 1000 кгс/см² (9,8·10⁷ Н/м²) таужынысының бекемдік коэффициенті профессор М. М. Протодьяконовтың классификациясы бойынша мына мәнге ие:

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

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

Профессор М. М. Протодьяконовтың классификациясы (1.1-кесте) 10 категориядан тұрады, олар I-ден X-ға дейін белгіленіп, кейбір категориялар жеке бөлшектерге бөлінген. Өте бекем таужыныстары I категорияға, ал өте әлсіз таужыныстары X категорияға жатқызылған. Таужыныстарының әр тобында сәйкес 0,3-тен 20-ға дейін бекемдік коэффициенттері келтірілген. Бұл классификация қазіргі кезге дейін ТМД-ның көптеген кен өндіру кәсіпорындарында кеңінен қолданылады [1, 2].

1.1-кесте

Профессор М. М. Протодьяконов ұсынған таужыныстарының классификациясы

Таужыныс-тарының категориясы	Бекемдік дәрежесі	Таужыныстары	Бекемдік коэффициенті f
1	2	3	4
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. Кварцті порфир, өте бекем тақтатаc. Төмен бекемдіктегі кварциттер. Аса бекем құм және әктастар	15
III	Бекем таужыныстары	Тығыз гранит. Өте бекем құм және әктастар. Кварцті 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
	Орташа	Бекем саздақ тақтатастар. Бекемдігі төмен	

V	бекемдіктегі таужыныстары	құм және әктас, жұмсақ конгломерат	4
---	---------------------------	------------------------------------	---

1.1-кестенің жалғасы

1	2	3	4
V(a)	Орташа бекемдіктегі таужыныстары	Өртүрлі бекем емес тақтастар, 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, өндірілген көмір	0,5
X	Қорсты таужыныстары	Қорстар, сұйық батпақтар езілген топырақтар	0,3

Жылдам нормалау үшін профессор М. М. Протодьяконовтың таужыныстары классификациясы жарамсыз болып келеді. Мұндай жағдайда, бұрғылау және аттыру бойынша классификациялар қолданылады.

Профессор А. Ф. Сухановтың зерттеулеріне негізделіп, бұрғылау бойынша бірыңғай классификация жобасы жасалған. Бұл классификацияда таужыныстарын бұрғылау – шпурды бұрғылау жылдамдығымен сипатталады, ол келесі стандартты тәжірибелік жағдайда болған кезде: бұрғылау балғасының түрі ПР-19 (ПР-22); сығылған ауа қысымы – 4,5 кгс/см² (0,45 МПа); бұрғы басының диаметрі – 42 мм; бұрғы жүзінің пішіні – айқыш; бұрғы жүзінің орналасу бұрышы – 90⁰; қарнақ ұзындығы – 1 м; бұрғылау тереңдігі – 1 м дейін.

Бұрғылау жылдамдығы анықталғаннан кейін, классификация бойынша сол шамаға жақын кестелік жылдамдық мәні табылады және таужынысы сол класқа жатқызылады. Жарылыс күшімен қопарылуы бойынша таужыныстары классификациясы стандартты жағдайда жару кезінде белгілі ЖЗ-дың меншікті шамасының мәнін анықтауға негізделген. Сонымен қатар жарылыс нәтижесінде таужыныстары белгілі іріліктегі кесектерге қопарылуы керек [1, 5].

1.3. Бұрғылау әдістерінің жалпы сипаттамасы

Қатты таужынысы массивтерін жарылыс күшімен қопару үшін оның ішіне шпур немесе ұңғыма бұрғылайды. Сол жасанды теспелерге ЖЗ оқтамдары салынып белгіленген тәртіппен, талап етілетін нәтижені алу үшін аттырылады. Бұрғылау процесі забойдағы таужыныстарын бұрғылау аспабымен қопару мен оны шпур немесе 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 аспаптарын ауыстыру және машинаны жаңа бұрғылау нүктесіне жақындату, т.б. сияқты негізгі операцияларды орындаумен байланысты.

Қазіргі кезде бұрғылаудың бірнеше: айналмалы бұрғылау; соққылап бұрғылау; соқпа-айналымды және айналсоқ бұрғылау (механикалық бұрғылау әдістері); от арқылы және комбинациялы бұрғылау, сонымен қатар электрлі импульсті бұрғылау түрі қолданылады [1, 2].

Механикалық бұрғылау әдістері айналмалы және соққылы болып бөлінеді.

Айналмалы бұрғылау кезінде аспап өз осында айналады және оның осы шпур немесе ұңғыма осымен сәйкес келіп, бір уақытта забойға аздаған күшпен итеріп отырады. Соның әсерінен таужыныстары қопарылып, оның қалдықтары шпур ішінен бұрғы қалақтары көмегімен сумен жуыла отырып немесе ауа үрлеу арқылы сыртқа шығарылады.

Соққылы бұрғылау кезінде соққы бөлшегінің көмегімен аспап забойға соққы жасап, жүзінің жұмысы арқасында таужыныстарын қопарады. Әрбір соққыдан кейін бұрғы аспабы сәл бұрыш жасап айналады. Соққылы бұрғылаудың өзі бір неше түрлерге бөлінеді.

Соққылап-бұрып бұрғылау. Бұрғылаудың бұл түрінде аспап соққы арасында балғаға орнатылған бұрғыш қондырғы көмегімен бұрылып отырады. Ал арқанды-соққылы бұрғылау кезінде қашау, арқанды құлып және арқанның серпінді қасиетінің арқасында бұрылып отырады.

Соқпа-айналымды 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 осында 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 забойдағы таужынысына үйкеліп, оны қопарады.

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

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

Электрлі импульсті бұрғылау кезінде ұңғыма забойындағы таужыныстары жоғары вольтті (200 кВ дейін) кернеу күшінің әсерінен қопарылады. Бұл әдісте қысқа тұйықты қоздыру үшін әртүрлі сұйықтықтарды қолдануға болады.

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

1.3.1. Шпурларды айналмалы бұрғылау

Айналмалы бұрғылау әдісі диаметрі 50 мм дейін, тереңдігі 5 м шпурларды бұрғылау үшін бекемдік коэффициенті $f \leq 6$ таужыныстарында қолданылады [1, 2].

Айналмалы бұрғылау машиналары бос таужыныстарында соққылау машиналарына қарағанда, аз дыбыс шығарып, жоғары өнімділік көрсетеді және шандану дәрежесі де төмен болады. Тұтынатын қуаты бойынша олар пневматикалық, электрлі және гидравликалық, ал қуаты мен орнату әдісі бойынша – қолдық және ұстынды (колонкалық) болып бөлінеді.

Қолдық бұрғылар диаметрі 50 мм және тереңдігі 4 м дейінгі шпурларды орнықсыз бос таужыныстарында, осьтік күштемесі 30 кг дейінгі кезде қолданылады. Олардың қозғалтқыштарының қуаты 1,0-ден 1,4 кВт дейін болады.

Массасы 100-120 кг, қозғалтқышының қуаты 2,5-5 кВт ұстынды (колонкалық) бұрғылар диаметрі 40 мм, тереңдігі 5 м дейінгі шпурларды бекемдік коэффициенті 6-7 таужыныстарында бұрғылағанда қолданылады.

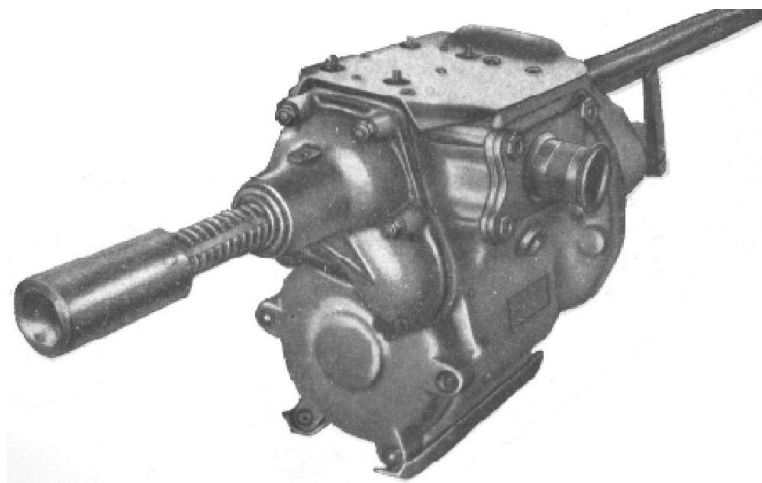
ЭР14Д-2М, ЭР18Д-2М, СЭР-19М қолдық электрлік бұрғылары құрылымы жағынан бірдей, тек қана кейбір параметрлерімен өзгешеленеді. Олар электрлі қозғалтқыштан, шпиндель патронынан және кескіш жүзі бар бұрғы қарнағынан (штангасынан) тұрады (1.1-сурет).

Ұстынды (колонкалық) электрлі немесе гидравликалық бұрғылар ұстындарға, манипуляторларға және бұрғылау арбаларына бекітіледі (1.2-сурет), олардың негізгі техникалық сипаттамалары 1.2-кестеде келтірілген.



1.1-сурет. Қолдық электрлі бұрғы

Бұрғы аспаптары. Шпурларды айналмалы бұрғылағанда ВК6, ВК8, ВК8В қатты құймалармен жабдықталған, жүзі бар кескіштер қолданылады (1.3-сурет). Шпурларды айналдырып бұрғылауға арналған бұрандалы қарнақтар (штангалар) ромба тәрізді (а), тік бұрышты (ә) немесе дөңгелек (б) қимадағы (1.4-сурет) болаттан дайындалады. Сумен жуу арқылы айналдырып бұрғылаған кезде ортасында диаметрі 6–8 мм қуысы бар 6 қырлы немесе дөңгелек қарнақтар (штангалар) қолданылады.



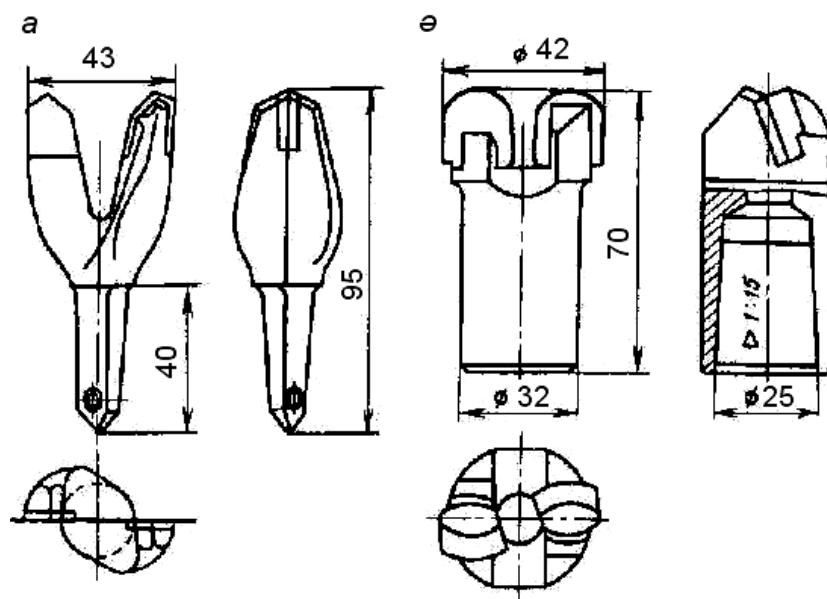
1.2-сурет. Гидравликалық ұстынды бұрғы

1.2-кесте

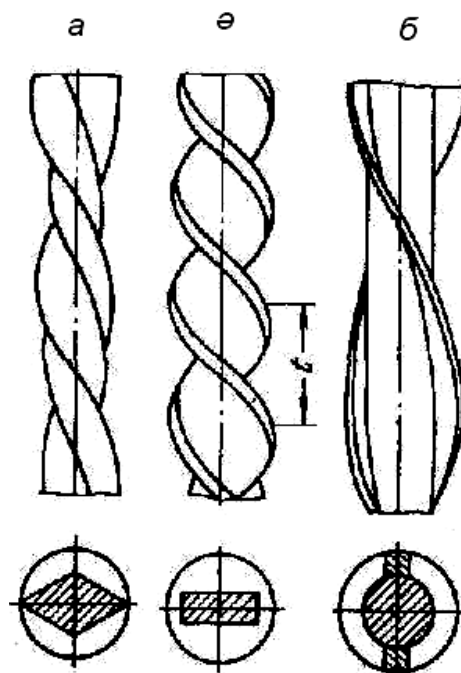
Электрлі бұрғылардың негізгі сипаттамалары

Көрсеткіштері	Қолдық		Ұстындық	
	ЭР14Д-2М	СЭР-19М	ЭБК-5	СЭК-1
Қозғалтқышының қуаты, кВт	1	1,2	3,6-4,8	3,6-4,8
Шпинделінің айналу тездігі, айн/мин	860	600, 750, 960	152, 305	152, 305
Забойға берілетін күштеме, кН	-	-	15	15
Ұстынсыз және кабельсіз				

бұрғының массасы	16	16,5	110	112
------------------	----	------	-----	-----



1.3-сурет. Шпурларды айналмалы бұрғылауға арналған кескіштер:
a – РУ-4М көмірлерге; *б* – РП-42-2 таужыныстарына

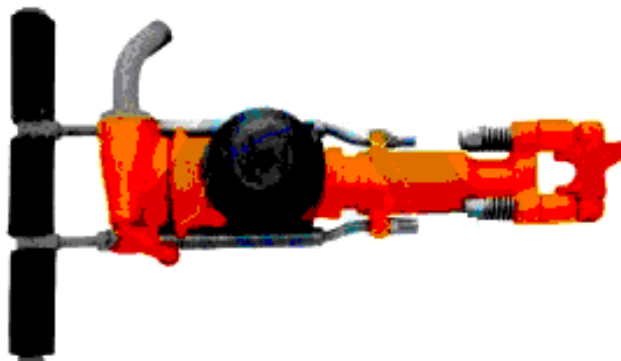


1.4-сурет. Шпурларды айналмалы бұрғылауға арналған қарнақтар

Шпурларды айналмалы бұрғылау әдісінде бұрғының таужынысына енуі үшін күштеме сырттан беріледі. Бұрғы сырттан берілген күш арқылы таужынысына еніп, қозғалтқыштың көмегімен айналған кезде оларды мүжіп қопарып отырады. Сондықтан бұл әдісті қатты таужыныстарында қолданған тиімсіз.

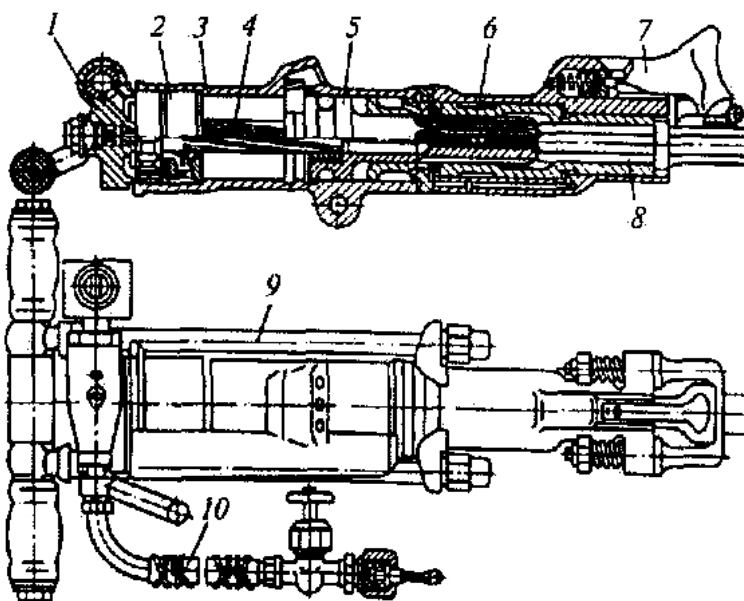
1.3.2. Шпурларды соққылы бұрғылау әдісі

Шпурларды соққылы бұрғылау, пневматикалық бұрғылау балғаларымен (1.5-сурет) іске асырылады. Олардың массалары жеңіл, сыртқы өлшемдері ықшам және қызметі қарапайым болып келеді. Сонымен қатар, ол кез келген бекемдіктегі таужыныстарын тиімді бұрғылай алады. Уатқыш балғалары қолдық, телескопты және ұстындық (колонкалық) болып бөлінеді [1, 2].



1.5-сурет. ПР-19 қолдық бұрғы балғасының жалпы көрінісі

Бұрғылау кезінде (1.6-сурет) цилиндрдегі (3) соққы поршені (5) алға және артқа қозғалыс жасайды. Поршень алға жылжығанда, яғни жұмысшы жүріс жасағанда бұрғы ұстағышта (7) орналасқан бұрғының (8) артынан соққы жасайды. Поршень артқа қайтып бос жүріс жасаған кезде, бұрандалы өзек (4) көмегімен сәл бұрылып отырады. Поршенің бұрылысынан муфта арқылы байланысқан бұрғы аспабы да айналады. Поршеньге қозғалыс беретін сығылғын ауа, соққы балғасының қақпағы (1) арқылы ауа бөлгішке (2) келіп түседі. Шпурды жууға арналған су шланга (10) бойымен келеді, ал түйіндер болттармен (9) бекітіледі.



1.6-сурет. ПР-19 қолдық бұрғы балғасының құрылысы

Бұрғылау балғалары жерасты қазбаларында, үлкен емес карьерлерде шпурларды бұрғылау немесе үлкен кесектерді қопару жұмыстарында қолданылады. Жеңіл және орташа бұрғылау балғалары пневмоұстағышқа орнатылады, ал ауырлары – бұрғылау арбаларының манипуляторларына немесе ұстынға орнатылады.

Бұрғылау балғалары шпурларды жуу арқылы немесе ондағы шаңды сорып отырып жұмысын атқарады. Кен өндірісінде диаметрі 50–70 мм, тереңдігі 5–20 м ұңғыма және шпурларды бұрғылау үшін дөңгелекті немесе шынжыр табанды өздігінен жүретін бұрғылау арбалары қолданылады (карьерлерде – *1.7а*, жерасты жағдайында – *1.7ә-суреттер*). Бұл арбаларға өте қуатты бұрғылау балғалары орнатылады. Кейбір пневматикалық бұрғылау балғаларының техникалық сипаттамалары *1.3-кестеде* келтірілген.

а)



ә)



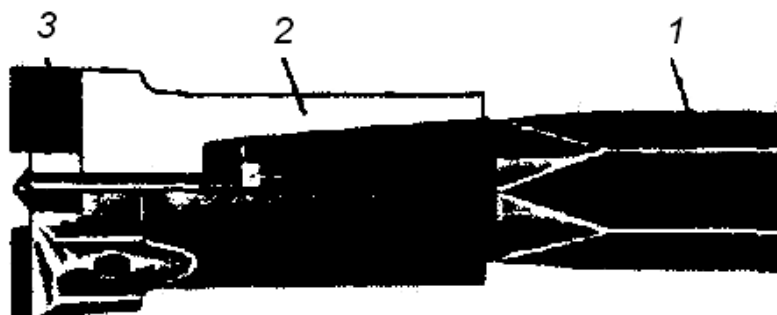
1.7-сурет. Ауыр бұрғылау балғаларына арналған арбаша

1.3-кесте

Бұрғылау балғаларының техникалық сипаттамалары

Көрсеткіштері	Жеңіл		Орташа		Ауыр	
	ПР-19	ПР-22	ПР-24Н	ПР-25	КС-50	ПК-60
Салмағы, кг	22	25	26	25	50	60
Ұзындығы, мм	612	635	610	632	720	575
Поршень жүрісі, мм	50	55	40	35	75	45
Поршень диаметрі, мм	68	72	85	85	90	110
Ауа шығыны, м ³ /мин	2,5	2,8	3	2,8	5,0	9,0
Су шығыны, л/мин	3	3	3	3	3	4
Бұрғысының диаметрі, мм	25	25	25	25	32	32
Бұрғытәжінің мүмкін болатын диаметрі, мм	46	49	49	49	45-25	49-65
Бір мин. соққы саны	1850	1850	2500	2600	1670	2800
Бұрғылау тереңдігі, м	4	4	4	4	12	25

Бұрғылау балғаларының бұрғылайтын аспабы біркелкі немесе құрастырмалы бұрғыдан және бұрғытәжден (коронка) тұрады (1.8-сурет). Біркелкі бұрғы, бір жағы таужынысын қопаратын, екінші жағы бұрғылау балғасына киілетін болат өзек түрінде болады. Құрастырмалы бұрғылар қарнақтан (штанга) және бұрғытәжден (коронка) тұрады. Бұрғытәждер қарнаққа бұрандалы және конусты бекітіледі. Бұрғытәждердің айқыш және қашау пішіндері көп кездеседі. Қашау тәрізді бұрғытәждер монолитті таужыныстарын бұрғылағанда тиімді келеді. Айқыш пішінді бұрғытәждер жарықшақты таужыныстарында шпурлар мен ұңғымаларды бұрғылауға қолданылады. Бұрғытәждерді: 28, 32, 36, 40, 43, 46, 52 мм сынды жеті типті өлшемде шығарады.



1.8-сурет. Бұрғылау балғаларысының бұрғы аспабы:
1-қарнақ; 2-айқыш бұрғытәж; 3-қатты құйма қабат

Бос орнықсыз таужыныстарын бұрғылау үшін бұрғытәждің кескіш жүзінің қиғаштық бұрышы 90⁰-ты, орташа бекемдіктегі таужыныстары үшін 100-110⁰-ты және бекем таужыныстарында –120⁰-ты құрауы керек [1, 2].

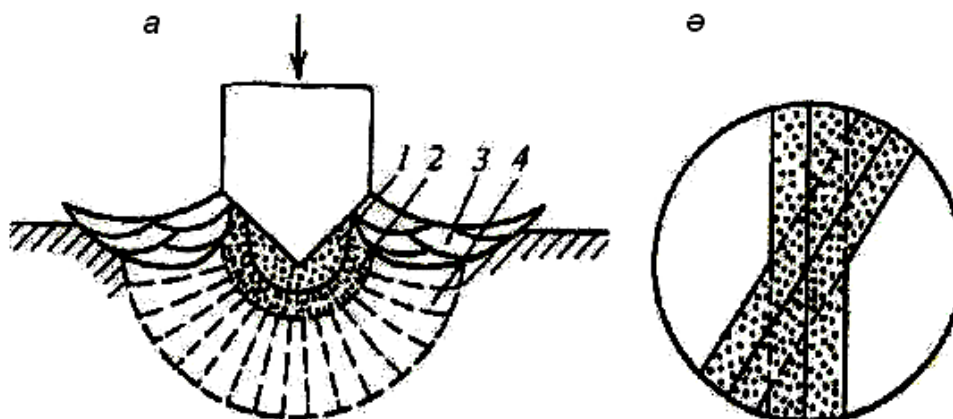
Бұрғылау кезінде бұрғытәждің жүзі тозып диаметрі кішірейіп кетуі мүмкін. Сондықтан, бұрғытәжді ауыстырған кезде 1–2 мм кіші диаметрді

таңдап алу қажет. Мұны *бұрғытәж қадамы деп атайды.*

Соңғы жылдары тау-кен өндірісінде қуатты пневматикалық және гидравликалық бұрғылау аспаптарының қолданылуына байланысты қатты құймадан жасалған цилиндрлі найзалармен арқауланған бұрғытәждер пайдаланылуда.

Соққылы бұрғылау кезінде таужыныстарының қопарылу механизмі мен заңдылықтары келесіден тұрады. Бұрғы қарнағының арт жағынан поршень келіп соққан кезде соққы қуаты қарнақ бойымен 5000 м/с жылдамдықта толқын түрінде беріледі.

Бұрғы жылдамдығы поршеннің соғуы кезіндегі бұрғы мен поршень массаларының қатынасымен, қалпына келу коэффициенті арқылы анықталады. Бұрғының жүзі таужынысына енген кезде оның айналасында ұсақталған таужынысының аймағы пайда болады (*1.9a-сурет*). Соққы қуаты айтарлықтай болған жағдайда сызық түрінде таужынысына бұрғының ізі түседі. Сол кезде бұрғытәж жүзінің өлшеміне байланысты таужынысы ұсақталады. Келесі соққы берілмес бұрын бұрғы қарнағы сәл бұрыш жасап таужынысына енгізіледі. Ары қарай осы цикл қайталанып отырады. Яғни бұрғы қарнағы сәл бұрыш жасап бұрылған кезде, енген жерінің таужыныстарын қопарып кетеді (*1.9ә-сурет*).



1.9-сурет. Соққылы бұрғылау кезіндегі таужынысының қопарылу механизмі:
1-ұсақталу аймағы; 2-қопарылған қабат; 3-соққы нақысының аймағы; 4- шытынау аймағы

Соңғы жылдары Қазақстан Республикасының ірі тау-кен кәсіпорындарында шетелдік «Тамрок» және «Атлас Копко» фирмаларының гидросоққылы бұрғылау балғалары қарқынды қолданылуда. *1.10-суретте* ашық тау-кен өндірісіне арналған «Атлас Копко» фирмасының қуатты гидроперфораторлы бұрғылау станогі көрсетілген. Бұл бұрғылау станогінің техникалық сипаттамалары *1.4-кестеде* келтірілген.



1.10-сурет. «Атлас Копко» фирмасының гидроперфоратор орнатылған PowerROC T35 бұрғылау станогі

1.4-кесте

PowerROC T35 бұрғылау станогінің техникалық сипаттамалары

№	Бөлшек атаулары	Көрсеткіштері
1	Қозғалтқышының қуаты, кВт: Cummins QSB6,7-TierIII (2300 айн/мин)	142
2	Бергіш құрылғысы (подачик): Бергіш құрылғының созылу шегі, мм Максималды берілім жылдамдығы, м/с Максималды берілім күштемесі, кН	1500 0,85 19,6
3	Бұрғылау параметрлері: Ұсынылатын бұрғылау диаметрі, мм Максималды бұрғылау тереңдігі (3,1 м қарнақта), м	64-102 25
4	Компрессоры: Максималды жұмысшы қысымы, бар. Өнімділігі, л/с	9,7 127
5	Шаң басу жүйесі: Фильтрлеу аймағы, м ² Фильтрлер саны, дана Өткізу қабілеті, м ³ /мин	18,4 8 28
6	Бұрғылау құралынсыз таза салмағы, т	26,7
7	Гидравликалық перфораторы: Соққы қуаты, кВт Соққы жиілігі, Гц Салмағы, кг	18 25 193

1.3.3. Ұңғымаларды айналмалы бұрғылау

Ашық 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 [1, 2].

Мұндай жағдайда, қолданылатын станоктардың жүріс бөлігі шынжыр табанды болып келеді (1.11-сурет). Олар тік және көлбеу ұңғымаларды бекемдігі $f \leq 6-8$ таужыныстарында бұрғылауды қамтамасыз етеді. Себебі, забойға үлкен осьтік күш беретін ауыр айналмалы салмаққа ие. Бұл станокті қолдану кезіндегі көп еңбекті талап ететін күрделі операциялардың бірі – шнекті бұрғылау құбырын құрастыру және қайта бұзу. Бұрғылау станоктарының техникалық сипаттамалары 1.5-кестеде келтірілген.



1.11-сурет. СБР-160 айналмалы бұрғылау станогі:

1- кабинасы; 2-бұрғы шнегі; 3-айналдырғышы; 4-мачтасы; 5-машиналық бөлімі; 6-рамасы; 7-шынжыр табаны

Айналмалы бұрғылауға арналған бұрғы аспабы, қарнақтар мен кескіштер жиынтығынан тұрады. Қарнақ (1.12а-сурет) бұрандалы қалақтар бекітілген құбырдан тұрады. Қарнақтың таужынысын бұрғылайтын жүзі қатты құймалы дөңгелек кескіштермен жабдықталады (1.12ә-сурет). Карьерлерде айналмалы бұрғылау кезіндегі таужыныстарын қопару механизмі және заңдылығы мұның алдында қарастырған шпурларды бұрғылаудағы процеске ұқсас болып келеді, олар тек сандық мәні бойынша өзгешеленеді.

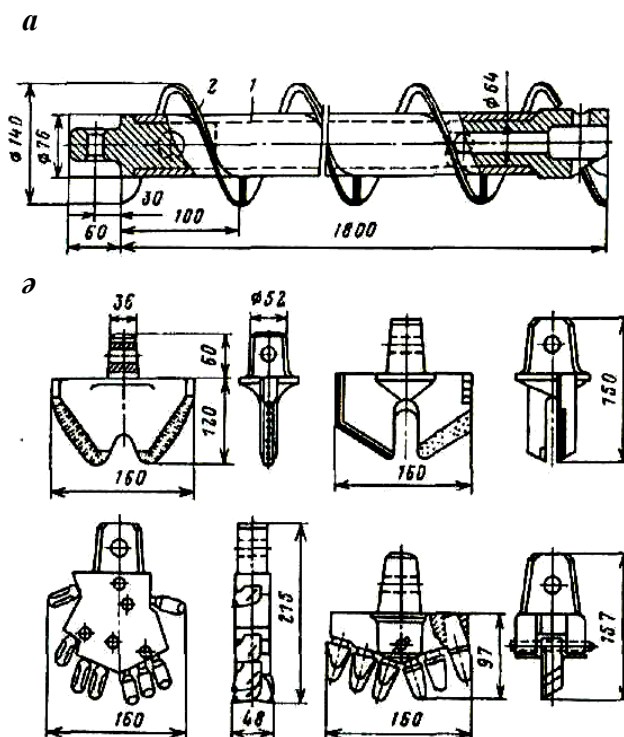
Тиімді бұрғылау тәртібін таңдау, қолданылатын бұрғы кескіштерінің түріне, бұрғылау аспабының өнімділігіне және бұрғылау құнына байланысты болады.

1.5-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 аспабының айналу тездігі, айн./мин	220	120-200	—	—
Бұрғылау снарядынан берілетін күш, кг	400	1800	<1000	<8000
Станоктың массасы, т	1,345	10	2,0	12,0

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 кемуін жатқызуға болады.



1.12-сурет. Айналмалы бұрғылауға арналған бұрғы аспаптары:
а – қарнақ; б – кескіштер

1.3.4. Батырма пневмосоққылағыштармен ұңғымаларды бұрғылау

Бұрғылаудың бұл әдісі жерасты кен өндірісі және өнімділігі орташа карьерлерде диаметрі 85–200 мм тік және көлбеу ұңғымаларды бұрғылау

кезінде кеңінен қолданылады. Батырма пневмосокқылы 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 пневмосокқылы станоктарын атауға болады [1, 2].

Жерасты жағдайларында шпур немесе ұңғымаларды бұрғылауға НКР-100М (1.13а-сурет) маркалы пневмосокқылы бұрғылау машиналарын қолдануға болады. НКР-100М станогін консольді тіреуші ұстындарға орнатады. Станоктің бұрғы өзегі редуктор арқылы электрлі қозғалтқышпен іске асырылады, ал забойға пневмоцилиндрлердің көмегімен беріледі. Бұрғы өзегіне айналым және осьтік қозғалыс жартылай автоматты тәртіпте жұмыс істейтін екі қыспалы пневматикалық патрондар арқылы беріледі.

Ашық карьерлерде пневмосокқылы бұрғылау станоктарының үш: СБУ–125, СБУ–160 және СБУ–200 типті өлшемдері қолданылады. Ашық карьерлерде және жерасты кен өндіру өнеркәсіп орындарында қолданылатын негізгі бұрғылау станоктарының техникалық сипаттамалары 1.6-кестеде келтірілген.

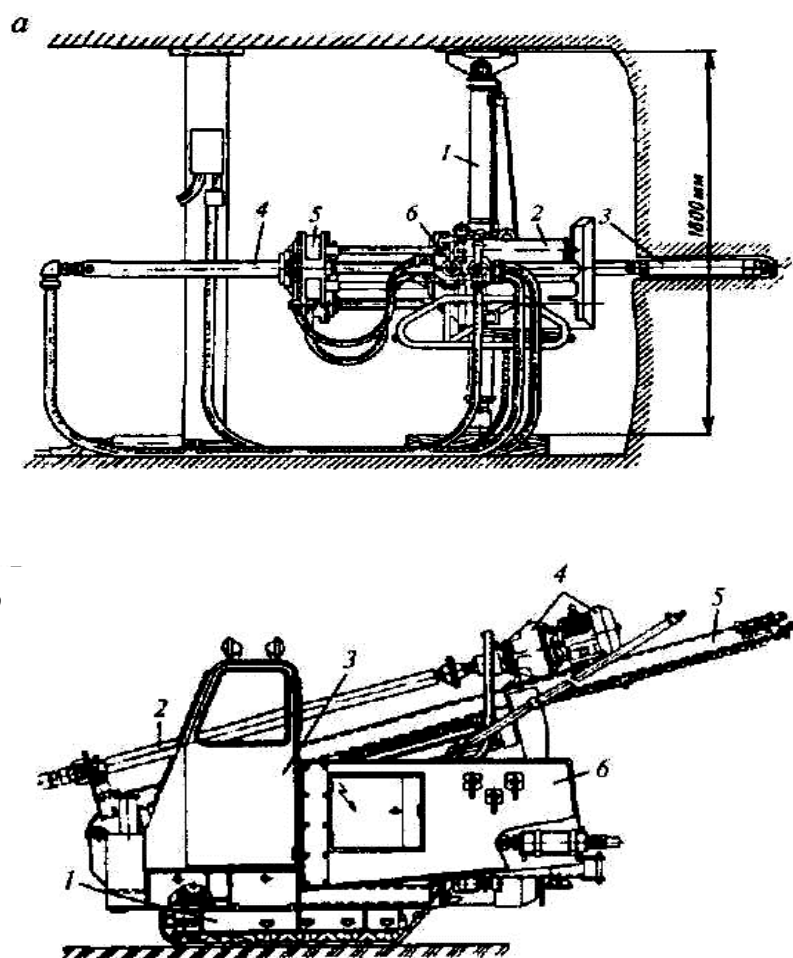
1.6-кесте

Ұңғымаларды бұрғылауға арналған батырма пневмосокқылағыштардың техникалық сипаттамалары

Көрсеткіштері	Карьерлерге арналған			
	СБУ-125		СБУ-160	СБУ-200
	шынжыр табанды	дөңгелекті		
1	2	3	4	5
Ұңғыма диаметрі, мм	105; 125	105; 125	125; 160	200
Бұрғылау тереңдігі, м	22	22	32	32
Бұрғылау бағыты	0-60 ⁰	0-60 ⁰	0-30 ⁰	0-30 ⁰
Бұрғының айналу тездігі, айн/мин	27; 40; 80	0-60	0-60	0-50
Максимальды берілім күші, кН	0-15	24	30	–
Қарнақтың диаметрі, мм	89	114	159	180
Қарнақтың ұзындығы, мм	2500	9000	9000	–
Ауа шығыны, м ³ /мин	4,2; 8	14,4	25	25
Станоктің массасы, т	5	9	29	36
	Жерасты қазбаларына арналған			
	БМК-4	НКР-100М	ЛПС-3	
Ұңғыма диаметрі, мм	105	105	155	
Бұрғылау тереңдігі, м	35	50	35	
Бұрғының айналу тездігі, айн/мин	41	76	30-40	
Максимальды берілім күші, кН	7,5 дейін	6 дейін	9 дейін	
Қарнақтың диаметрі, мм	89	63,5	50	
Қарнақтың ұзындығы, мм	960	1200	900	
Ауа шығыны, м ³ /мин	6	7	10	
Станоктің массасы, т	0,34	0,63	0,35	

СБУ-160 және СБУ-200 станоктарында жеке компрессорлық қондырғы болады, ал СБУ-125 станогі сығылған ауамен, жылжымалы компрессордан қоректенеді. Қалыпты санитарлық-гигиеналық еңбек жағдайын қамтамасыз ету үшін станоктағы пневмосоққылар ауалы-сулы қоспамен жұмыс істейді немесе ұңғымадан ұшып шығатын шаң ауаны тазалау үшін матадан жасалған сүзгілер орнатылады [1, 2, 3].

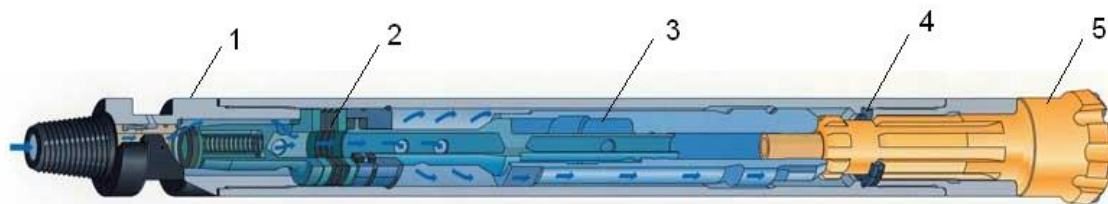
СБУ-125 бұрғылау станогі (1.13а-сурет) шынжыр табанды, бұрғылаушы кабинасы орнатылған өздігінен жүретін қондырғы түрінде болады. Станоктің өнімділігі $f=10-12$ бекемдіктегі таужыныстарын бұрғылаған кезде 25 м-ге дейін жетеді.



1.13-сурет. Пневмосоққылы бұрғылау станоктары:

а – НКР-100М (1-тірек қарнағы; 2-берілім гидроцилиндрі; 3-батырма пневмосоққылағыш; 4-қарнағы; 5-қыспа патроны; 6-басқарым пульті); б – СБУ-125 (1-шынжыр табаны; 2-бұрғы құбыры; 3-кабина; 4-айналдырғыш; 5-діңгегі; 6-машиналық бөлімі)

Мұндай қондырғыларда негізгі соққы құралы ретінде әртүрлі диаметрдегі (105, 125, 160 және 200 мм) батырма пневмосоққылағыштар қолданылады (1.14-сурет). Батырма пневмосоққылағыштардың техникалық сипаттамалары 1.7-кестеде келтірілген.



1.14-сурет. П-105 клапансыз батырма пневмосокқылағышы:
1-цилиндр; 2-ауа бөлгіш құрылғы; 3-соққыш поршень; 4-қашаудың құлыпты бекітпесі; 5-қашау

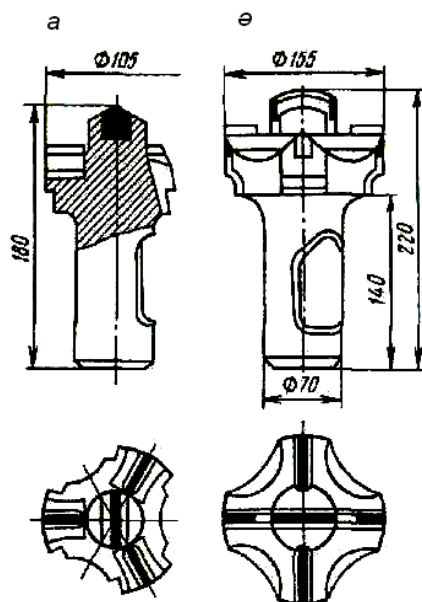
1.7-кесте

Батырма пневмосокқылағыштардың техникалық сипаттамалары
(жұмысшы қысым 0,5 МПа болғанда)

Көрсеткіштері	М-1900УК	П-105	МП-7	П-125	П-160	П-200
Ұңғыма диаметрі, мм	105	105	125	125	160	200
Сокқы күші, Дж·9,8	7,5	9,8	12	15,5	32	42
Бір минуттағы сокқы жиілігі	1750	1620	1500	1250	1275	1150
Сокқы қуаты, кВт	2,15	2,6	3,0	3,2	6,7	7,9
Сокқы кезіндегі поршеннің қозғалу жылдамдығы, м/с	9,3	7,9	7,5	7,4	7,9	6,6
Сокқылағыштың массасы, кг	1,7	3,1	4,2	5,6	10	19
Ауа шығыны, м ³ /мин	5,7	5,7	7,5	7	12	16
Корпусының диаметрі, мм	92	92	112	110	140	176
Пневмосокқылағыштың ұзындығы, м	380	605	630	652	760	900
Пневмосокқылағыштың массасы, кг	11,7	20,0	36	31	58	110
Қашауының түрі	БК-105	К-105	БК-125	К-125, К-125-1	К-165	К-205
Қашаудың массасы, кг	3,4	3,6	5,2	5,6	13	23

Пневмосокқылы бұрғылау кезінде таужынысын қопарушы аспап ретінде, стандартты қатты құймалы жүзі бар, үш қырлы және айқыш қашаулар (1.15-сурет) қолданылады. Қазіргі кезде шетелдерде ауыр, ұзын сокқы-поршеньді (сокқы тездігі 1000 сок/мин дейін) және сокқы қуаты жоғары батырма пневмосокқылағыштар жасалып шығарылуда [1, 2].

Швеция еліндегі «Атлас Копко» фирмасы батырма пневмосокқылы, 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 (1.16-сурет).



1.15-сурет. Пневмосокқылы бұрғылауға арналған қашаулар: *a* – үшқырлы; *ә* – айқыш

Батырма пневмосокқылағыштармен бұрғылаған кездегі таужыныстарының қопарылу механизмі мен заңдылықтары бұрғылау балғаларындағыға ұқсас болып келеді. Бірақ конструкциясының ерекшелігіне байланысты кейбір өзгешеліктері бар. Батырма пневмосокқылағыштардың соққы қуатының жоғары болуына байланысты олардың қашаулары жылдап тозып қалады.



1.16-сурет. FlexiROC D55 бұғылау станогі

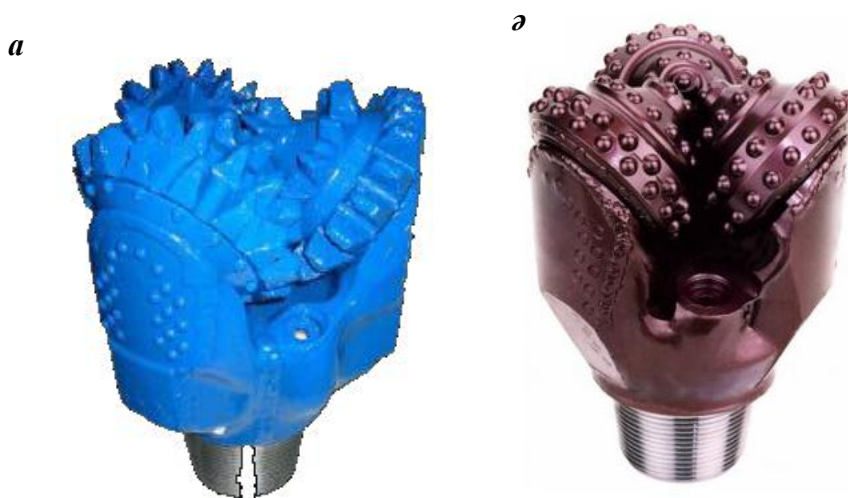
Сонымен қатар бұрғылау жылдамдығына сығылған ауаның қысымы да әсер етеді, яғни қысымды жоғарылату арқылы, бұрғылау жылдамдығын екі есеге дейін өсіруге болады. Қашауға берілетін осьтік күштеме өскен сайын, таужыныстары тиімді қопарылады. Бірақ бұл жағдай өз кезегінде қашаудың тез тозып қалуына алып келеді.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

1.3.5. Ұңғымаларды шарқашаулармен бұрғылау

Бұрғылаудың бұл әдісі – карьерлерде диаметрі 160–320 мм атқылама ұңғымаларды бұрғылаудың кең тараған әрі тиімді әдістерінің бірі. Жерасты кен өндірісінде шарқашаулы бұрғылау әдісі негізінен диаметрі 45–190 мм ұңғымаларды бұрғылау үшін қолданылады [1, 2].

Шарқашау дегеніміз – кертпеш оське 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 забойға үйкеліп, таужынысын қопарады. Егер шар мен тістер бір материалдан жасалған болса, онда қашауды – тісті, ал тістері қатты құйма материалдан жасалып орнатылатын болса – найзалы (штырлі) деп атайды (1.17-сурет).

Қашауларды қолдану аймағы, оның маркасының соңғы әрпінде белгіленеді: «С» – орташа бекемдіктегі таужыныстарына, «Т» – қатты таужыныстарға, «К» – бекем таужыныстарға, «ОК» – өте бекем таужыныстарға, «ТЗ» – қатты жемірлі таужыныстарға, «ТК» – пропласткалы қатты таужыныстарға арналған, «ТКЗ» – найзалы және тісті құралдармен жабдықталған. Қалақтарында сығылған ауа жүруге арналған қуысы бар қашауларда, «П» әрпі болады.



1.17-сурет. Шарқашаулар:

а – тісті; б – найзалы

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. Мерзімінен бұрын қашаулардың істен шығып қалуы, бұл әдістің техникалық, экономикалық көрсеткішін төмендетеді. Сондықтан қашау тіректерінің мықтылығын жоғарылату үшін қосымша шаралар қолданылады. Мысалы, қашау тістеріне таужынысының кесектері кірмеуі үшін қайтымды клапандар

орнатылады немесе қашауларды жылдам майлап отыру қажет.

Бұрғылау станоктары. Қазіргі уақытта: 4СБШ-200-40, СБШ-250МНА, СБШ-270ИЗ, СБШ-160/200-40, СБШ-250МНА-32КП маркалы карьерлі станоктар сериялы шығарылуда (1.18-сурет). Жерасты жағдайында ұңғымаларды бұрғылау үшін БШ-145М маркалы шарқашаулы бұрғылау станоктары шығарылған. Бұрғылау станоктарының техникалық сипаттамалары 1.8-кестеде келтірілген.



1.18 а-сурет. 6СБШ-200-32 шарқашаулы карьерлі станогы

Карьерлерге арналған станоктар шынжыр табан түрінде шығарылады. Олар кең маневрлікке ие, себебі шарқашауларға үлкен осьтік күштеме беруге ол өте қажет. Атқылама ұңғымаларды бұрғылауға арналған станоктардың дінгектері де соған сай биіктікте болады. Олар қарнақты өсірусіз 19,5 м тереңдікке дейінгі ұңғымаларды бұрғылай алады. Қарнақтарды қосымша жалғап, өсірусіз бұрғылау уақытты үнемдейді және шарқашау жұмысына қолайлы жағдай туғызады [1, 2].

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

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 забойды тазалауға жұмсалатын артық ауа мөлшерін талап етеді. Себебі, қопарылған таужынысының ұсақтары шарқашау тістерінің арасына кіріп, оның қопарғыштық дәрежесін төмендетіп жіберуі мүмкін.



1.18 а-сурет. СБШ-160/200-40 шарқашаулы карьерлі станогы



1.18 б-сурет. ЗСБШ-200/250-55 шарқашаулы карьерлі станогы

**Ұңғымаларды бұрғылауға арналған шарқашаулы станоктардың
техникалық сипаттамалары**

Көрсеткіштері	3СБШ- 200-60	2СБШ- 200Н	СБШ- 250МНА	СБШ- 270ИЗ	СБШ- 160/200-40
Бұрғылау диаметрі, мм	215,9 244,5	190 215,9	243 –	270 250	160-215 –
Бұрғылау тереңдігі, м	60	40	32	32	40
Бұрғылау бағыты, град	60-90	60, 75; 90	90-60	90-60	90, 75, 60
Осьтік күштемесі, кН	300	300	380	450	235
Қашаудың айналу жиілігі, айн/мин	15-150	15-240	30-150	0-120	0-120
Компрессорының өнімділігі, м ³ /мин	32	20	32	40	25
Берілім қадамы, м	1,0	1,1	8	11,0	8,0
Жетек (привод) қуаты, кВт	40	40	60	105	30
Белгіленген қуаты, кВт	376	282	386	712	420
Негізгі өлшемдері, м: - мачтасын қосқандағы биіктігі - мачтасыз биіктігі - мачтасын қосқандағы ұзындығы - станоктың ені	18,5 5,5 21,1 5,2	13,8 5,65 10,25 4,88	15,3 5,6 8,6 5,9	19,45 6,13 12,78 6,09	13,3 6,2 11,5 6,0
Станок массасы, т	64	34,9	65	136	50

1.3.6. Ұңғымаларды от және жарылыс күшімен бұрғылау

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 2000⁰С температурада және 2000 м/с жылдамдықпен жанып тұрған газ ағынынан қызып, соның арқасында үгіліп бұзылады. Жанармай ретінде бензин не керосинді қолдануға болады [1, 2].

Бұл әдістің кемшілігі – оның күрделілігінде. Оны қолданып, кварцті таужыныстарын қопарған тиімді. Басқа таужыныстарда 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.

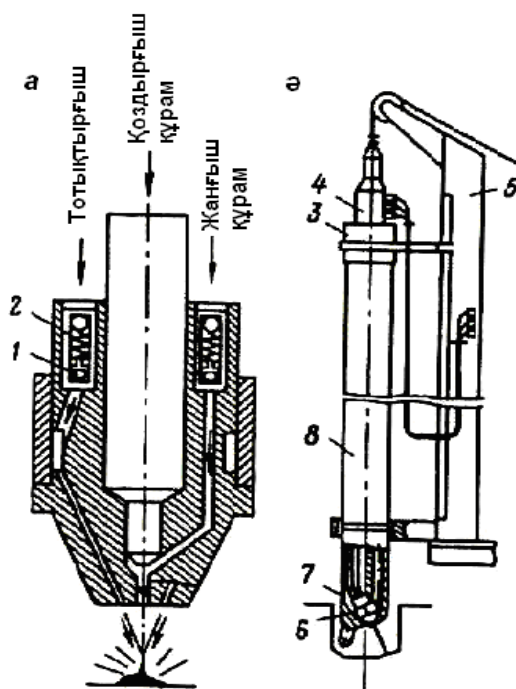
Ұңғымаларды жарылыс күшімен бұрғылау әдісі, ұңғымаға жарылғыш заттарды түсіру, аттыру және ұңғымадан қопарылған кесектерді шығару арқылы орындалады. Ұңғымаларды жарылыс күшімен бұрғылаған кезде негізінен екі тәсіл: оқшанды (патронды), яғни забойға су немесе сығылған ауа көмегімен сұйық және қатты қапталған жарылғыш зат жеткізілген кезде

қолданылады. Жарылғыш зат оқтамын забойға соғу арқылы немесе дүмпіткішпен (детонатормен) қоздырады. Екінші тәсіл – ағымдық деп аталады, мұнда қабырғаға ілінген ыдыстардан құбырлар бойымен жарылғыш зат қоспалары (жанғыш зат және тотықтырғыш) жарылыс генераторына беріледі. Соның әсерінен забойда сұйық жарылғыш зат оқтамы пайда болады. Оны калий немесе натрий тамшысын шашу арқылы қоздырып, дүмпітеді. Жарылыс әсерінен забойдағы таужыныстары қопарылып, алысқа лақтырылады.

Мөлшері 300–500 г гексоген және тротил оқтамымен оқшанды бұрғылау кезінде забойдағы 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 (1.19-сурет) арқылы бұрғылау кезінде жанармай мен тотықтырғыш үзіліссіз забойға ағып тұрады. Қоздырғыштың мөлшерін минутына 1-ден 1400 порцияға дейін реттеп беруге болады. Соның арқасында забойда әртүрлі мөлшердегі оқтамдар пайда болады.

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



1.19-сурет. Ағымдық жарылысты бұрғылаудың принципті сұлбасы:

а – жарылыс генераторының сұлбасы; ә – ұңғымаларды ағымды жарылысты бұрғылаудың сұлбасы: 1- соққы қайтарғыш клапан; 2-пружина; 3-айналдырғыш; 4-ток шығарушы; 5-мачта; 6-жарылыс генераторы; 7-форсунка; 8-бұрғы қарнағы

Жоғарыда қарастырылған тарау бойынша студенттер тәжірибелік жұмысты орындау барысында теориялық алған білімін ары қарай зертханада нығайтады. Зертханалық жұмысты орындаған кезде студенттер түрлі принципте жұмыс істейтін бұрғылау станоктарының құрылыстарымен танысады. Олардың әрбір бөлшектерінің атқаратын қызметін үйренеді. Соған қоса, бұрғылау машиналарының негізгі сипаттамаларын анықтайды [1, 12].

Қол перфораторының негізгі сипаттамаларын анықтау

Соққы энергиясы. Перфоратор поршенін әрі-бері жүргізіп тұратын күштердің мөлшері (1.1) және (1.2) формулалары арқылы анықталады:

$$F_p = S_1 P - S_2 P', \text{ Н}; \quad (1.1)$$

$$F_x = S_2 P - S_1 P', \text{ Н}; \quad (1.2)$$

мұндағы S_1 – поршеннің жұмыс жақ бетінің ауданы, м^2 ;

S_2 – поршеннің бос жақ бетінің ауданы, м^2 ;

$$S_1 = S_u - S_o, \text{ м}^2; \quad S_2 = S_u - S_x, \text{ м}^2; \quad (1.3)$$

мұндағы S_u – поршень не цилиндрдің ауданы, м^2 ;

S_o – поршеннің орта тесігінің ауданы, м^2 ;

S_x – поршень штогінің ауданы, м^2 ;

P – поршеннің жұмыс жақ бетіндегі ауа қысымы, $(3,5 \div 7,0) \cdot 10^5$, Па;

P' – поршеннің бос қайтатын бетіндегі ауаның қысымы, Па.

$$P' = (0,5 \div 0,6) P, \text{ Па.}$$

Поршеннің үдеу жылдамдығы:

$$j_p = \frac{F_p}{m}, \text{ м/с}^2; \quad j_x = \frac{F_x}{m}, \text{ м/с}^2. \quad (1.4)$$

Поршень жылжуының аяқ кезіндегі жылдамдығы:

$$V_p = \sqrt{2l_x \cdot j_p}, \text{ м/с}; \quad (1.5)$$

мұндағы l_x – поршеннің жылжу жолының ұзындығы, м.

Сонда соққы энергиясының мөлшері:

$$A = \frac{mV_p^2}{2}, \text{ Дж}. \quad (1.6)$$

Поршеннің соққы саны. Поршеннің жылжу уақытына тәуелділігі анықталады:

$$t_p = \sqrt{\frac{2l_x}{j_p}}, \text{ с}; \quad t_x = \sqrt{\frac{2l_x}{j_x}}, \text{ с}. \quad (1.7)$$

Жылжу циклінің уақыты $t_u = t_p + t_x$, с. (1.8)

Бір секундтағы поршеннің соққы саны:

$$n = \frac{1}{t_u}, \text{ соққы/с}. \quad (1.9)$$

Перфоратордың теоретикалық қуаты:

$$N = A/t_u, \text{ Вт}. \quad (1.10)$$

Сығылған ауаны қолдану көлемі:

$$Q_u = \frac{l_x(S_1 + S_2) \cdot K}{9,8 \cdot 10^4} (P + 9,8 \cdot 10^4), \text{ м}^3/\text{ц}; \quad (1.11)$$

мұндағы K – цилиндрдің сығылған ауаға толу коэффициенті, $K=0,45 \div 0,6$.

Бір минутта қолданылатын сығылған ауаның көлемі:

$$Q_p = 60 \cdot K_0 \cdot K \cdot l_x \cdot n \frac{S_1 + S_2}{9,8 \cdot 10^4} (P + 9,8 \cdot 10^4), \text{ м}^3/\text{мин}; \quad (1.12)$$

мұндағы $K_0=1,12-1,45$ – бос кететін ауаның мөлшерін есептейтін коэффициент.

Перфоратордың ортасынан келетін күштің тиімді мөлшері:

$$F_{oc} = 0,5 \cdot P \cdot S_u \cdot K, \text{ Н}; \quad (1.13)$$

мұндағы $K=0,8$ – поршеннің жұмыс бетін пайдалану коэффициенті.

Ауа қысымына байланысты бұрғылау жылдамдығы. Негізгі бұрғылау жылдамдығын стандарттық жағдайда табуға болады, бірақ тәжірибеде стандарттық жағдай болмайды да, бұрғылау жылдамдығын төменгі формуламен есептейді:

$$V = l_n \cdot \varphi, \text{ м/сағ}; \quad (1.14)$$

мұндағы l_n – бұрғылау жылдамдығы, м/сағат.

φ – стандартты бұрғылау жағдайының ерекшелігін ескеретін коэффициент:

$$\varphi = W \cdot x \cdot \xi \cdot \alpha_n \cdot \rho \cdot y; \quad (1.15)$$

мұндағы $W, x, \xi, \alpha_n, \rho, y$ – перфоратор қуатына, бұрғытәж өлшеміне, шпурды бұрғылау бұрышына, ауа қысымы мен шпур тереңдігінің бұрғылау жылдамдығына байланысты коэффициенттер.

1.6-кесте

Перфоратордың қуатына байланысты W коэффициентінің мәні

Перфоратордың түрі	Перфораторлардың массасы, кг	W
Ұстынды ауыр перфораторлар	>60	2,5
Ұстынды жеңіл және телескоптық ауыр перфоратор	50-60	1,75
Қолдық, ауыр және жеңіл телескоптық перфоратор	25-45	1,3
Қолдық орташа перфораторлар	18-25	1,0
Қолдық жеңіл перфораторлары	<18	0,8

1.7-кесте

Бұрғытәж өлшеміне байланысты қабылданатын x коэффициентінің мәні

Бұрғытәж	Қашаулы	Айқышты
x	1,0	1,25

Бұрғытәж диаметріне байланысты қабылданатын коэффициент мәні

Бұрғытәж диаметрі, 10^{-2} , м	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6
ξ	1,24	1,11	1,0	0,91	0,83	0,78

Кестеде жоқ мөлшерді:

$$\xi = \left(\frac{d_0}{d} \right)^2; \quad (1.16)$$

формуласы арқылы табуға болады, мұндағы d_0 – бұрғытәждің стандарттық диаметрі, $4 \cdot 10^{-2}$, м;

d – бұрғытәждің берілген диаметрі, м.

Шпурдың бұрғылау бұрышына байланысты қабылданатын α_n коэффициенті

Шпурдың бұрғылау бұрышы, град.	$+90^0$	$+60^0$	$+30^0$	0^0	-30^0	-60^0	-90^0
α_n	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3

Сығылған ауаның тығыздығына байланысты коэффициент мәнін бұрынғы КСРО-ның ГА-ның Скончинский атындағы тау-кен институтының тәжірибесі арқылы шығарылған формуламен табуға болады:

$$\rho = \frac{0,41P}{9,8 \cdot 10^4} - 0,65. \quad (1.17)$$

Шпурдың тереңдігін есептейтін коэффициентін де (у) сол институттың шығарған формуласымен есептеуге болады:

$$y = 1,06 - 0,04 \cdot l. \quad (1.18)$$

Бұрғылау жылдамдығын бір соққының әсерінен бұзылған таужыныстарының көлемінен есептеп шығаруға болады:

$$V_{\text{ПП}} = \frac{3600}{1000} \cdot \frac{\tau \cdot a_0 \cdot \text{tg}^{\frac{\alpha}{2}} \cdot n}{0,785 \cdot d^2}, \text{ м/сағат}; \quad (1.19)$$

мұндағы

$$\tau = 2,05 + 0,34A_1 x_1 + 0,001f^2 - 0,12f, \text{ мм}; \quad (1.20)$$

A – 1 см бұрғытәж жүзіне келетін орташа соққы қуаты;

$$A_1 = \frac{A}{a_0}, \text{ Дж/см}; \quad (1.21)$$

мұндағы A – перфоратордың соққы қуаты, Дж;

a_0 – бұрғытәж жүзінің ұзындығы, см;

x_1 – бұрғылау қарнағының диаметріне байланысты қабылданатын коэффициент, 1.10-кесте бойынша алуға болады.

Бұрғылау қарнағының диаметрі, мм	22	25	28	32
x_1	1,2	1	0,82	0,75

α – бір соққанда пайда болатын бұрғы тереңдігінің түпкі бұрышы;
 $\alpha = 102 + 2f$, град; (1.22)

мұндағы f – таужыныстарының бекемдігі;

n – бір секундтағы соққы саны.

Тәжірибе және есеп бойынша табылған бұрғылау жылдамдықтарының кіші мағынасын алу керек.

Перфоратордың ауысымдық бұрғылау өнімділігі:

$$Z = \frac{T_c \cdot V_{\text{рп}}}{K_2}, \text{ м/ауысым}; \quad (1.23)$$

мұндағы T_c – ауысым ұзақтығы, сағат;

K_2 – ауысымның бұрғылауға байланысты уақытының коэффициенті (1.11-кесте).

Перфоратордың қолдану түрі	K_2
Қолдық	1,15
Телескоптық	1,23
Ұстынды	1,11

Бұрғылау машиналарын таңдау және олардың өнімділігін анықтау.

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 [18].

Бұрғылау машиналарын таңдап алу барысында: қазбаның түрі мен қазылу бағыты; таужынысының физика-механикалық қасиеттері көрсеткіштерін ескеру қажет.

Сонымен қатар жазық қазбалардағы шпурларды бұрғылау үшін бұрғы қондырғысын таңдаған кезде:

- бұрғылау машинасының түрі таужынысының бекемдік коэффициентіне сәйкес қабылдануы;
- бұрғылау аймағының өлшемдері қолданылатын бұрғылайтын жабдықтың өлшемдерінен үлкендеу болуы;
- бұрғыланатын шпурлардың ең үлкен ұзындығы бұрғылау машинасының техникалық сипаттамасына сәйкес қабылданып, бұрғылап-аттыру жұмыстарының паспортымен бекітілген болуы;
- бұрғылау қондырғысының ені қабылданған тасымалдау көліктерінің енінен (вагонеткалар, электровоздар, тиеп-тасымалдау машиналары) артық

болмауы сияқты негізгі жағдайлар ескерілуі керек.

Бұрғылау қондырғысының ауысымдық эксплуатациялық өнімділігін, бұрғылауға дайындық және аяқтау кезеңдерін ескергенде келесі формуламен анықтауға болады:

$$Q_y = \frac{\dot{O} - (t_{ic} + t_{ic}^1 + t_{id} + t_{ac})}{1/(k_0 n v) + (t_{ia} + t_{io} + t_e)}, \text{ м/ауысым}; \quad (1.24)$$

мұндағы T – ауысым ұзақтығы, мин; $t_{пз}$ – жалпы дайындық-аяқтау операцияларының уақыты, бұл көрсеткіш жалпы ауысым ұзақтығының 2,5% тең деп қабылданады, мин; $t_{пз}^1$ – шпурларды бұрғылау кезіндегі дайындық-аяқтау операцияларының ұзақтығы, жалпы ауысым ұзақтығының 9,5% тең деп қабылданады, мин; $t_{от}$ – ұңғымашылардың демалуына кететін уақыт, жалпы ауысым ұзақтығының 10% тең деп қабылданады, мин; $t_{вз}$ – жарылыс жұмыстарына кететін технологиялық үзіліс уақыты, жалпы ауысым ұзақтығының 12% тең деп қабылданады, мин; n – қондырғыдағы бұрғылау машиналарының саны; k_0 – бұрғылау машиналарының бір уақытта жұмыс істеуін ескеретін коэффициент, $n=2$ болғанда 0,78, ал $n=3$ болғанда 0,73 тең болады; $t_{ман}$ – бұрғылау машиналарын орнату немесе қайта орнату бойынша манипуляторларға жұмсалатын уақыт, әдетте 1 м шпурға 0,25–0,5 аралығында қабылданады; $t_{ох}$ – бұрғы басының қайта жүріс уақыты, 1 м шпурға $t_{ох}=1/v_{ох}$, мұндағы $v_{ох}$ – қайта жүріс жылдамдығы, орташа есеппен 20 м/мин деп қабылданады; t_k – бұрғытәждерін ауыстыруға кететін уақыт, 1 м шпурға 0,1 мин шамасында қабылданады; v – нақты бұрғылау жылдамдығы (м/мин), таужыныстарының бекемдігіне байланысты, бұрғылау машинасының техникалық сипаттамасына сәйкес қабылданады. Соққылау принципінде жұмыс істейтін машиналардың бұрғылау жылдамдығын (мм/мин) келесі эмпирикалық формула бойынша анықтауға болады:

$$v = 13400 A n / (d^2 \sigma_{\bar{n}a}^{0,59}), \text{ мм/мин}; \quad (1.25)$$

мұндағы A – поршень соққысының қуаты, Дж; n – поршень соққысының жиілігі, Гц; d – шпур диаметрі, мм; $\sigma_{сж}$ – таужынысының сығылуға мықтылық шегі, МПа·10.

Бұрғылау машиналарын қолданып шпурларды бұрғылаудың ауысымдық уақыт нормасын анықтау үшін келесі формуланы қолдануға болады:

$$I_a = \frac{(T - t_{ic} - t_{ia} - t_{ei}) n k_0}{(t_0 + t_a) 1,07}, \text{ м/ауысым}; \quad (1.26)$$

мұндағы $t_{пз}$ – дайындық-аяқтау операцияларын орындауға жұмсалатын жалпы уақыт, 40–45 мин тең деп қабылдауға болады; $t_{об}$ – қондырғыны қарап-бақылауға кететін уақыт, ол қондырғының конструкциясына байланысты пневматикалық жетегі бар машиналар үшін 30 мин, ал дизельді жетегі бар машиналар үшін 60 мин (майлау, май құю уақыттарын ескергенде); $t_0 = 1/v$ – 1 м шпурды бұрғылауға жұмсалатын негізгі уақыт мин/м (v – бұрғылаудың нақты уақыты); t_b – бұрғылау кезіндегі көмекші уақыт, 0,5–0,8 мин/м; 1,07 – демалу коэффициенті; $t_{лн} = 10$ мин – жұмысшының жеке уақыты, қалған деректерді 1.24 формуладан қабылдауға болады.

Мысал. ПК-75 маркалы екі бұрғылау машинасы бар бұрғылау қондырғысының ауысымдық эксплуатациялық өнімділігін есептейміз [18]. Қондырғының жетегі дизель және ауысым кезінде бірнеше забойда қолданылады (жарылыс жұмыстары кезінде бұрғылау машинасының жұмысы басқа забойда жалғаса береді, сондықтан $t_{вз}=0$). Бір бұрғылау қондырғысында бір жұмысшы қызмет атқаратын болса, қазбаның ауысымдық нормасын да анықтаймыз.

Шешімі. 1. ПК-75 маркалы бұрғылау машинасының техникалық сипаттамаларынан есепке қажет келесі мәліметтерді таңдап, қабылдаймыз: $A=147$ Дж; $n=43,3$ Гц; $d=42$ мм.

Таужынысының сығылуға мықтылық шегі $\sigma_{сж}=100f$ (МПа·10)=1500.

Бұрғылау жылдамдығы 1.25 формулаға сәйкес:

$$v = 13400 \cdot 147 \cdot 43,3 / (42^2 \cdot 1500^{0,59}) = 647 \text{ мм/мин} = 0,647 \text{ м/мин.}$$

2. Бұрғылау қондырғысының ауысымдық эксплуатациялық өнімділігін (1.24) формула бойынша анықтаймыз. Ол үшін келесі мәліметтерді қабылдаймыз: $T = 360$ мин; $t_{пз} = 0,025 \cdot 360 = 9$ мин; $t_{от} = 0,1 \cdot 360 = 36$ мин; $t_{пз}^1 = 0,095 \cdot 360 = 34$ мин; $t_{вз} = 0$; $n = 2$; $k_0 = 0,78$; $t_{ман} = 0,4$ мин/м; $t_{ох} = 1/20 = 0,05$ мин/м; $t_k = 0,1$ мин/м:

$$Q_y = \frac{360 - (9 + 34 + 36 + 0)}{1 / (2 \cdot 0,78 \cdot 0,647) + (0,4 + 0,05 + 0,1)} = 182,5 \text{ м/ауысым.}$$

3. (1.26) формула бойынша уақыт нормасын анықтаймыз. Ол үшін, $T = 360$ мин; $t_{пз} = 40$ мин; $t_{об} = 60$ мин; $t_{лн} = 10$ мин; $n = 2$; $k_0 = 0,78$; $t_0 = 1/0,647 = 1,545$ мин/м; $t_b = 0,5$ мин/м:

$$I_a = \frac{(360 - 40 - 60 - 10) \cdot 2 \cdot 0,78}{(1,545 + 0,5) \cdot 1,07} = 174 \text{ м/ауысым.}$$

Бақылау сұрақтары

1. Жарылыс жұмыстарының сапасы мен бұрғылау өнімділігіне әсер ететін таужыныстарының негізгі қасиеттерін атаңыз?

2. Профессор М. М. Протодяконов ұсынған таужыныстарының жіктемесі қалай құрастырылған?

3. Қазіргі кезде тау-кен өнеркәсібінде қолданылатын бұрғылау әдістері қандай?

4. Шпурлар мен ұңғымаларды айналмалы бұрғылау әдісі қалай іске асырылады?

5. Шпурлар мен ұңғымаларды соққылы бұрғылау әдісі қалай іске асырылады?

6. Батырма пневмосоққылағыштардың жұмыс істеу принципін түсіндіріңіз?

7. Ұңғымаларды от және жарылыс күшімен бұрғылау әдісі қалай іске асырылады?

8. Бұрғылау машиналарының негізгі сипаттамаларының анықталу жолын түсіндіріңіз?

2. ЖАРЫЛЫС ТЕОРИЯСЫНЫҢ НЕГІЗІ ЖӘНЕ ЖАРЫЛҒЫШ ЗАТТАРДЫ ЖАСАУ

2.1. Жарылыс классификациясы

Жарылыстар бірнеше түрлерге бөлінеді.

Физикалық жарылыс деп – тек физикалық құбылыстан пайда болатын, заттың химиялық құрамының өзгеріссіз қалып жарылуын айтамыз (сұйық көмір қышқылы немесе сығылған ауа көмегімен жалынсыз жарылыс, бу қазандықтарының жарылысы, сығылған газ баллоны және электрлі разряд жарылысы, т.б.).

Химиялық жарылыс – ЖЗ жарылысынан пайда болатын химиялық реакцияның көмегімен, 3400–6000 кДж/кг мөлшердегі жылу мен 700–1000 л/кг мөлшердегі газдың бөлінуінен пайда болатын құбылыс. Химиялық реакция кезінде заттың молекулалық құрылыстары өзгергенмен, атомдардың құрылыстары өзгермейді [1, 2, 3].

Ядролық жарылыста – жаңа элементтерді бөлу арқылы ядроның бөлшектену реакциясы жүреді, яғни атомның ядросында тынып жатқан қуат бірден сыртқа шығады. Қазіргі кезде жарылыс кезінде атом қуатының бөлінуінің екі әдісі: ауыр ядролардың жеңілге өзгеруі және керісінше, жеңіл ядролардан ауырларының пайда болуы қолданылады. Ядролық және термоядролық жарылыс кезінде қопарылатын материал бірлігіне шаққандағы бөлінетін жылу мөлшері, химиялықпен салыстырғанда, миллион есе артық ($6,8 \cdot 10^{10}$ кДж/кг – ядролық жарылыста, $4,19 \cdot 10^{11}$ кДж/кг – термоядролық жарылыста). Тау-кен өндірісінде негізінен, ЖЗ химиялық жарылыс күші қолданылады.

2.2. Өнеркәсіптік жарылғыш зат оқтамдарының жарылыс сипаттамалары

Жарылғыш заттар (ЖЗ) деп – сыртқы импульс әсерінен (қызу, үйкеліс, соққы, т.б.) жарылатын химиялық немесе механикалық қоспаларды айтады. Сонымен қатар, оларда қоршаған ортаны қопарып жарылыс жасайтын, жылу және газ бөлінетін жылдам реакция жүреді [1, 2, 22].

ЖЗ жарылысы кезінде қуат химиялық реакцияның әсерінен, яғни сутегінің суға, көміртегінің көмірқышқыл газына айналуынан пайда болады. ЖЗ жарылған кезде жанғыш элементтер оттегімен қосылады да, тотықтану реакциясы жүреді. Сондықтан химиялық тұрғыдан қарағанда, жарылыс процесі, жану процесіне ұқсас болып келеді.

Өндірісте қолданылатын жарылғыш заттар қатты заттар немесе қатты зат пен сұйық заттың қосындысынан тұрады. Сондықтан көлемі 1 л (салмағы 1 кг шамасында) ЖЗ жарылыстан кейін 600–1000 л газ бөледі, яғни оның көлемі мың есеге жақын өседі. Жарылыс кезінде 1 кг ЖЗ 500–1700 ккал жылу бөледі, соның нәтижесінде жаңадан пайда болған газдардың температурасы 2000–4500⁰С-қа дейін жоғарылайды. Бұл температураның

ықпалымен газдардың көлемі тағы да ондаған есе өседі. Өнеркәсіптік жарылғыш заттарда реакцияның таралу жылдамдығы 4–8 км/с дейін жетеді. Мысалы, салмағы 200 г аммонит 6ЖВ оқшанының атылысы кезінде, жарылыс қуаты 4190 кДж/кг болғанда, 838 кДж қуат бөлінеді. Дүмпу жылдамдығы 3,5 км/с болғанда, жарылыс уақыты $0,2:3500=5,7 \cdot 10^{-5}$ с құрайды, ал бөлінетін қуат $N=838 \cdot 10^3:5,7 \cdot 10^{-5}=15 \cdot 10^8$ Дж/с құрайды.

Дүмпу жылдамдығының өте жоғары болуына байланысты, оқтам аймағында бастапқы уақытта өте жоғары қысым (1000 МПа) таралады. Ол оқтамға жақын орналасқан жерде күшті жарылыс жасауға себепкер болады әрі жарылыстан өте күшті дыбыс шығады.

Сонымен, жарылғыш зат жарылысының ерекшеліктеріне: химиялық реакциясының өте жылдам таралуы, реакцияның экзотермиялылығы, қуатының жоғарылығы, жарылыс қысымы мен толқындардың таралуы жатады.

2.3. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың жалпы сипаттамалары және оларды дайындау принциптері

Химияда сыртқы импульс әсерінен жарылатын химиялық қоспалардың түрлері көп. Бірақ өнеркәсіптік ЖЗ дайындау және қолдану кезінде қауіпсіз, техникалық және экономикалық жағынан тиімді, ұзақ уақыт сақтаған кезде өздерінің қасиеттерін жоймайтын қоспалар қолданылады.

Физикалық күйіне байланысты ЖЗ:

- қатты қоспалармен (гексоген, тротил, аммиакты селитра+тротил, т.б.);
- сұйық және қатты заттардың қоспалары (аммиакты селитра+жанармай, сұйық нитроэфир+аммиакты селитра, сұйық оттегі+қатты жанғыш зат, т.б.);
- аммиакты және натрийлі селитраның ерітіндісі мен жанғыш зат қоспасы, және бризантты жарылғыш заттардың қоспалары;
- газ қоспалары (метан+ауа, ацетилен+оттегі, т.б.);
- газбен бірге қатты немесе сұйық зат қоспалары (көмір немесе ағаш ұнтағы, ауамен қосылған бензин, т.б.);
- сұйық заттар (нитроглицерин, нитроглицоль);
- сұйық зат қоспалары (тетранитрометан+бензол, азоттың төрт тотығы+керосин, т.б.) болуы мүмкін.

Жоғарыда келтірілген өнеркәсіптік жарылғыш зат қоспаларының өндірісте ең көп қолданылатындары бірінші үш топ. Соның ішінде қатты заттар мен сұйық қоспалардан жасалған жарылғыш заттар кең қолданысқа ие [1, 2, 22].

Жарылғыш заттардың химиялық өзгерісінің негізгі үш формасы бар: баяу химиялық өзгеріс – салыстырмалы төмен температурамен жүреді. Бұл процесс ЖЗ-ды қолайсыз жағдайларда сақтағанда немесе химиялық тұрақтылығы төмендеген кезде жүреді. Жарылғыш заттардың жануы кезінде химиялық реакция өте тар аймақта жүргендіктен, оның температурасының

мәні жоғарылай түседі. Соның арқасында жылу арқылы берілетін химиялық өзгеріс болады. Химиялық өзгеріс дүмпу толқындарының әсерінен де болады. Сұйық пен ұнтақ ЖЗ дүмпуі кезінде көрші орналасқан қуат жылдамдығы 3–6 км/с аралығындағы дүмпу толқыны арқылы, түйіршікті және құрамында суы бар жарылғыш заттардың жарылысы кезінде импульс, газ ағымының жануы түрінде беріледі.

Жарылғыш заттар: *бризантты* (ұсақтағыш) және *лақтырғыш* болып екі топқа бөлінеді.

Бризантты ЖЗ тобына – жоғары жарылысқа бейім қоздырғыш жарылғыш заттарды жатқызуға болады. Оларды негізінен қоздыру құралдарын (дүмпіткіш капсуль, электрдүмпіткіш, дүмпіткіш пілте) дайындау үшін қолданады. Ол үшін ЖЗ-дың: күркірек сынап $\text{Hg}(\text{CNO})_2$, қорғасын азиды PbN_6 , қорғасын тринитрорезорцинаты (ТНРС) $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{O}_2\text{PbH}_2\text{O}$, тетрил $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_4\text{NCH}_3$, ТЭН $\text{C}_5\text{H}_3(\text{ONO}_2)_4$, гексоген $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$ түрлерін пайдаланады.

Бризантты өнеркәсіптік ЖЗ қоршаған таужынысын ұсақтау мен қопару үшін қолданады. Олар бір және көп компонентті химиялық қоспалардан жасалуы мүмкін. Химиялық қоспа түріндегі жарылғыш заттарға: тротил $\text{C}_7\text{H}_5(\text{NO}_2)_3$, тринитрофенол $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{OH}$, нитроглицерин $\text{C}_3\text{H}_5(\text{ONO}_2)_3$, нитрогликоль $\text{C}_2\text{H}_4(\text{ONO}_2)_2$ және гексоген жатқызылады. Сонымен қатар бұл жарылғыш заттар қоспалы өнеркәсіптік жарылғыш заттардың бір компоненті ретінде де қолданыла береді [1, 2].

Лақтырғыш ЖЗ (түгінді оқдәрі) жекелеген тастарды аз жарылыс күшімен қопару үшін қолданылады.

Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың физикалық күйі бойынша: ұнтақталған (порошокті), тығыздалған (престелген), кұйма (литый), түйіршіктелген, құрамында суы бар суспензиялы, аққыш, эмульсиялы, т.б. түрлері болады. Түйіршіктелген ЖЗ түйіршіктерінің өлшемдері 1–3 мм шамасында келеді. Құрамында суы бар жарылғыш заттарға қойылтқыш су қосылғандықтан, қою бал тәрізді консистенцияда болады. Эмульсиялы жарылғыш заттар қою қаймаққа ұқсас, сонымен қатар ол суыққа төзімді келеді.

Тау-кен өнеркәсібінде жеке және қоспалы ЖЗ қолданылады.

Жеке ЖЗ дегеніміз – бір химиялық қоспадан тұратын және құрамында жарылыс реакциясының қалыпты жүруі үшін қажетті барлық элементтері (нитроглицерин, тротил, ТЭН, гексоген, т.б.) бар қоспаны айтамыз.

Қоспалы ЖЗ екі немесе одан да көп, әрқайсысы жеке міндет атқаратын компоненттерден тұрады. Қоспалы жарылғыш заттардың құрамына мына компоненттер қосылады:

тотықтырғыштар – жарылыс кезінде жанғыш элементтерді тотықтыруға оттегі жеткізіп беретін, оттегіге бай заттар. Тотықтырғыш ретінде аммиакты, калийлі және натрийлі силитралар қолданылады;

жанғыш қоспалар – көміртегі мен сутегіне бай қатты немесе сұйық заттар (ағаш ұнтағы, соляр немесе минералды майлар, алюминий, т.б.), жанғыш қоспалар жарылыс кезінде бөлінетін жылу мөлшерін жоғарылату

үшін қосылады. Сонымен қатар жанғыш қоспалардың рөлін құрамында оттегі жеткіліксіз жарылғыш заттар да (тротил, гексоген, т.б.) атқара алады. Мұндай жарылғыш заттардың жарылысынан бөлінетін көміртегінің бір бөлігі тотықтырғыштың артық оттегісімен әсерлесіп, жарылыс жылуын жоғарылатады;

сенсублизаторлар (жандандырғыштар) – жарылғыш заттардың құрамына, оның бастапқы импульске қозуға бейімділігін жоғарылату үшін қосылады. Мысалы, сезімталдығы төмен ЖЗ-дың (аммиакты селитра) қозуға бейімділігін арттыру үшін, қуатты ЖЗ (тротил, гексоген, нитроглицерин) қосылады. Бұл олардың қалыпты жұмыс істеуін қамтамасыз етіп, энергетикалық сипатын жоғарылатады.

Тротилсіз жарылғыш заттарда (динамон, игданит, гранулит) сенсублизатор рөлін жарылмайтын жанғыш қоспалар да: соляр майы, ағаш ұнтағы, алюминий ұнтағы атқара алады;

стабилизаторлар (тұрақтандырғыштар) – ЖЗ құрамына химиялық және физикалық тұрақтылығын жоғарылату үшін енгізіледі. Динамиттерде қалдық қышқылды жою үшін стабилизатор ретінде бор мен сода, ал динамондарда – бірігіп қалу қасиетін жою үшін ағаш пен мақта ұнтақтары қолданылады. Құрамында суы бар және эмульсиялы жарылғыш заттарда стабилизатор қызметін – хромды кварц, порэмит, сибирит және эмульсолиттер, суға тұрақты граммониттерде стабилизатор қызметін, аммиакты селитра түйіршіктеріне себілген тротил атқарады;

флегматизаторлар – жылу сыйымдылығы мен жану температурасы жоғары жеңіл еритін заттар. Флегматизаторлар ЖЗ от алуға бейімділігін төмендетіп, қолданғанда қауіпсіз жағдай туғызады. Флегматизаторлар ретінде вазелин, парафин, әртүрлі майлар, тальк, т.б. қолданылады. Мысалы, гексогенді дайындар алдында 5% -ті ерітілген парафинмен араластырады.

Жалын сөндіргіштер – көмір шаңына қауіпті шахталарда қолданылатын тек сақтандырғыш ЖЗ құрамына жарылыс температурасын төмендету үшін қосылады. Жалын сөндіргіш ретінде – хлорлы натрий, хлорлы калий, хлорлы аммоний, т.б. қолданылады.

Жалынсөндіргіштер жарылыс кезінде реакцияға қатыспай, жылуды өзіне тартады, соның әсерінен жарылыс газының температурасы төмендейді. Сонымен қатар олар теріс катализаторлар қызметін атқарып, метан газының от алып кетпеуін қамтамасыз етеді.

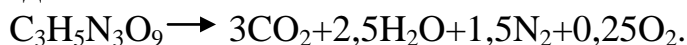
2.4. Жарылыс кезіндегі химиялық реакциялар

Жарылғыш заттардың жарылысы химиялық тұрғыдан бастапқы заттың газ тәрізді затқа қайтымсыз айналу реакциясы болып табылады. Бұл реакцияның бағыты мен соңғы өнімнің құрамы жарылыстың негізгі параметрлерін, яғни оның жылуын, температурасын, қысымын, дүмпу жылдамдығын, т.б.-ды анықтайды. Сонымен қатар, жарылыс өнімінің улылық әсері де онымен байланысты, себебі жарылыстан пайда болатын кейбір газдар (көміртек тотығы, азот тотығы, күкіртті қоспалар және т.б.) адам

денсаулығына зиян. Бұл өз кезегінде жерасты жағдайындағы жұмыстарда, яғни қазбалардағы ауа желдеткіштер көмегімен жасанды жолмен тазаланатын жағдайда үлкен мәнге ие. Сондықтан жерасты жағдайларында қолданылатын жарылғыш заттарға жоғары талаптар қойылады [1, 2, 20].

Жарылыс реакциясының бағыты химиялық термодинамиканың негізгі заңдылықтарына сүйенеді. Себебі жарылғыш заттардың жарылысын бірбағытты – қайтымсыз реакция ретінде қарастыруға болады, олай болса, реакциялық зат алмасу уақытында жоғары жылу бөлінеді.

Егер жарылғыш заттың құрамы қарапайым $C_aH_bN_cO_d$ және оның оттегілік балансы оң болса, сонымен қатар $d > 2a + b/2$ жағдайына жауап беретіндей болса, онда жарылыс кезінде химиялық реакция көміртегі және сутегінің жоғары тотығын CO_2 және H_2O , молекулярлық азот N_2 пен оттегіні O_2 бөлу бағытына ұмтылады. Мысалы, нитроглицерин жарылғыш заты келесі сұлба бойынша бөлінеді:



Егер жарылыс қоспасында металл кездесетін болса, мысалы алюминий, онда жарылыс кезінде оның жоғары тотығы пайда болады Al_2O_3 .

Жарылғыш зат молекулаларындағы жанғыш элементтердің толық тотығуы үшін қажетті оттегінің жеткілікті немесе жеткіліксіз екенін оттегілік баланс көрсетеді, оны пайызбен көрсетуге болады:

$$K_6 = \frac{d - (2a + b/2)}{M} 16 \cdot 100 \% ; \quad (2.1)$$

мұндағы 16 – оттегінің атомдық салмағы; M – жарылғыш заттың молекулалық массасы. Жарылғыш қоспаларға, есепті бір килограмм мөлшерге орындауға болады, олай болса, жоғарыдағы теңдеудің алымына 1 кг жарылғыш зат қоспасындағы сәйкес элементтердің грамм-моль саны жазылады, ал бөліміне M -ның орнына 1000 саны қойылады.

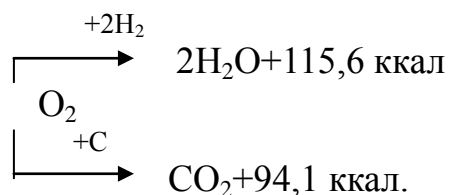
$d < 2a + b/2$ жағдайына жауап беретін теріс оттегілік баланс кезінде жарылыс газдарының химиялық құрамы жарылғыш зат молекулаларындағы оттегінің салыстырмалы мөлшеріне байланысты келеді. Себебі жанғыш элементтердің толық тотығуы үшін оттегі жеткіліксіз болады.

Көптеген өнеркәсіптік жарылғыш заттар қоспалардан тұрады. Ол қоспалардағы артық оттегіні бөлу қабілетіне ие заттарды – тотықтырғыштар деп, ал оттегісі жеткіліксіз заттарды – жанғыштар деп атайды. Бірақ кейбір жағдайларда оттегі бөлмейтін заттар да тотықтырғыш ретінде жұмыс істейді. Мысалы, тротил мен алюминий қоспасында (алюмотол) тротил өзіндегі оттегінің жеткіліксіздігіне қарамастан (74%) алюминийге қатысты тотықтырғыш болып саналады.

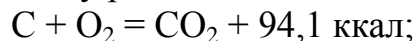
Тотықтырғыштар мен жанғыш заттар өздігінен жарылғыш және жанғыш материалдар болуы мүмкін. Мысалы, оксиликвит (органикалық жұтқышы бар сұйық оттегі) толығынан жарылғыш емес материалдардан құралады.

Егер жанғыш элемент ретінде көміртегі мен сутегі қолданылса, онда оттегі жеткіліксіз болған жағдайда сутегінің тотықсыздану реакциясы басым болады. Себебі оттегінің бір молекуласына, көміртегінің тотықтану

реакциясына қарағанда, энергетикалық тұрғыдан тиімді келеді:



Демек, басында оттегі сутегіні суға дейін тотықтыруға жұмсалады. Оның қалған бөлігі ($d > b/2$ жағдайында) көміртегін тотықтыруға барады. Сонымен қатар көміртегінің тотығу реакциясы CO_2 басым болады:



мұнда реакция, көміртегі тотығының CO пайда болуына қарағанда, жылу көп бөледі:



Осыған орай, теріс оттегілік балансты жарылғыш заттардың молекуласындағы оттегі мөлшеріне байланысты жарылыстан пайда болатын газдардың құрамында әртүрлі мөлшерде H_2O , CO_2 , C , H_2 және N_2 болуы мүмкін. Жарылыс болатын ортаның жағдайына байланысты жарылыстан пайда болатын газ құрамында улы заттар – көміртегі және азот тотықтары да пайда болады [1, 2, 20].

Жарылыстан пайда болатын газдардың нақты құрамын сәйкес тепе-теңдік константаларын қолдану арқылы есептеуге болады. Бірақ мұндай есептеулер, әсіресе, процестің бастапқы бөлімінде, яғни жарылыс газдарының температурасы мен қысымы жоғары кезде белгілі қиындықтар туғызады. Сондықтан жарылыс газдарының құрамын суыған күйіндегі химиялық талдаулар арқылы немесе тепе-теңдік процестерін ескере отырып, зерттеу қажет. Оларды анықтау үшін көбінесе, Ле-Шателье және Бринкли мен Уильсон әдістері қолданылады.

Ле-Шателье әдісі жарылыс газдарының максимальды көлемі принципіне негізделген, соған қоса көлемдер тең болған жағдайда басымдылық жоғары жылу бөлетін реакцияларға беріледі. Осы әдіс бойынша оттегілік балансы оң жарылғыш заттар үшін сутегінің H_2O -ға дейін және көміртегінің CO_2 -ге дейін толық тотығуын, сонымен қатар молекулярлық азот N_2 және оттегі O_2 пайда болады деп қабылдайды.

Оттегілік балансы теріс жарылғыш заттар үшін реакция басымдылығын көміртегінің CO -ға дейін тотығуына береді. Егер мұндай жағдайда оттегі толық шығындалмаса, оның қалдығы тең мөлшерде CO -ны CO_2 -ге дейін және H_2 -ні H_2O -ға дейін тотықтыруға жұмсалады.

Мысалы, гексоген жарылғыш заты жарылыс кезінде келесі өнімдерді бөледі:



мұндағы бөлінетін жылу 290 ккал/моль немесе 1305 ккал/кг (су-бу).

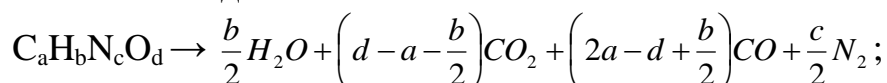
Бринкли мен Уильсон әдісін, әдетте, жарылыс газдарының бастапқы құрамын анықтау үшін қолданады. Бұл әдіс энергетикалық жағынан барынша

тиімді реакциялардың басымдылығын ескереді және сонымен қоса қайтымды реакциялардың да тепе-теңдігін ескеріп отырады. Соның әсерінен оттегілік балансы теріс жарылғыш заттар үшін жарылыс реакциясының соңғы процесі энергетикалық максимумнан ауытқиды.

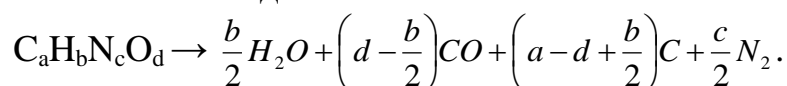
Оттегілік баланс оң немесе нөл болған кезде жарылыс реакциясының бағыты Ле-Шателье әдісіндегі сияқты қабылданады, яғни сутегі мен оттегі толық тотыққан газдар пайда болады, ол өз кезегінде максимальды жылу тиімділігін береді.

Жарылғыш заттың қарапайым құрамында $C_aH_bN_cO_d$ таралу реакциясы келесі түрде жазылады:

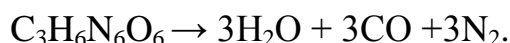
$d \geq a + b/2$ болған кезде:



$b/2 < d < a + b/2$ болған кезде:



Осы сұлба бойынша $d = a + b/2$ ие гексоген келесі түрде таралуы қажет:



Бұл 274 ккал/моль немесе 1235 ккал/кг жылу тиімділігіне сай келеді.

Жарылғыш зат жарылысынан бөлінетін газдардың құрамына оқтам тығыздығы да әсер етеді. Төменде оттегілік балансы теріс тротилге байланысты мәліметтер келтірілген.

Жарылыс газдары	CO	CO ₂	H ₂	H ₂ O	N ₂	NH ₃	NCN	CH ₄	C
Жарылғыш заттың тығыздығына (г/см ³)									
байланысты жарылыс газдарының мөлшері (моль/кг)									
1,0	16,8	3,5	2,5	2,6	5,5	0,8	1,4	1,9	7,1
1,56	9,4	6,8	0,6	3,4	5	1,1	2	1,2	10,4

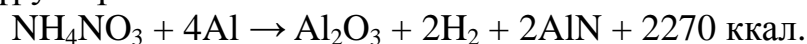
Енді, құрамына алюминий қосылатын жарылғыш заттардың химиялық процесін қарастырайық.

Алюминий жоғары қуатты қоспа ретінде көптеген өнеркәсіптік жарылғыш заттардың – аммоналдардың, скальді аммониттердің, детониттердің, алюмотолдардың құрамына қосылады. Мұндай жағдайда жарылыстың жылуы және жұмысқа қабілеттілігі жоғарылайды. Жарылыс кезінде алюминий өзінің жоғары тотығына дейін Al_2O_3 тотығады.

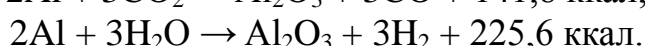
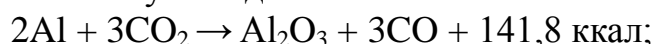
Алюминийге тотықтырғыш ретінде оттегі, азот тотығы, сонымен қатар су булары мен көмірқышқыл газы жұмыс істейді. Су мен алюминийдің әсерлесуі кезінде молекулярлық сутегі қалпына келеді, ал көмірқышқыл газы СО-ға дейін біртіндеп қалпына келеді. Бір грамм-моль оттегі алюминиймен әсерлескен кезде 256,4 ккал жылу бөлінеді. Бұл көрсеткіш көміртегі және

сутегінің тотығуы кезінде бөлінетін жылуға қарағанда, жоғары болып саналады.

Қуаттылық тұрғысынан қарайтын болсақ, құрамында көміртегінің мөлшері аз алюминийлі жарылғыш зат қоспалары барынша тиімді болып келеді. Жарылыс кезінде алюминий тотығынан басқа алюминийдің нитриді мен карбиді де пайда болады. Мысалы, аммоналдың жарылысы кезінде келесі реакция жүруі мүмкін:



Газдардың сууына байланысты оның кеңею кезеңінде Al_2O_3 және үлкен мөлшерде жылу бөлінетін реакция жүреді. Сонымен қатар, қалпына келетін металл алюминий көмірқышқыл газы немесе су буымен әсерлесіп реакцияға түсіп, қосымша жылу бөледі:



Қалыпты жағдайда жарылыс газдарының жалпы көлемі су буын қоса алғанда, өнеркәсіптік жарылғыш заттар үшін 1 кг жарылғыш затқа 600-950 л құрайды.

2.5. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың жарылысы кезінде пайда болатын улы газдар

Заманауи өнеркәсіптік жарылғыш заттардың құрамында көбінесе, органикалық және бейорганикалық нитраттар, нитроқоспалар, әртүрлі көмірлі қоспалар, металлдар, тұздар кездеседі. Мұндай жарылғыш заттардың жарылысы кезінде келесі түрдегі улы газдар: көміртегі тотығы (CO), азот тотықтары (NO , NO_2 , N_2O_3) бөлінуі мүмкін, ал басқа улы газдар аз мөлшерде бөлінеді [1, 2, 20, 22].

Хлорлы және перхлорлы жарылғыш заттардың орны ерекше, себебі олардың жарылысы кезінде хлорлы газда – хлорлы сутегі, ал құрамында күкірт және күкіртті қоспалар бар жарылғыш заттардың жарылысынан аз мөлшерде күкірт газдары бөлінуі мүмкін.

Улы газдардың пайда болуының негізгі себептері:

1. Жарылғыш заттың оттегілік балансының нөлден ауытқуы. Әсіресе аммиакты селитралы жарылғыш заттардың теріс баланс кезінде – көміртегі тотығы, оң баланс кезінде – азот тотықтары пайда болады.

Оқшандалған жарылғыш заттардың жарылысынан бөлінетін газдардың құрамына айтарлықтай дәрежеде оқшан қабықтары да әсер етуі мүмкін (қағаз, суға төзімді қабықша, жанғыш пластикаттар және т.б.). Мұндай жағдай өз кезегінде жарылғыш заттардың қасиеттеріне және аттыру жағдайынан да пайда болып, оттегі жетіспеген жағдайда көміртегі тотығы бөлінеді.

2. Заттардың газдарға айналуының бастапқы кезеңінің толық жүрмеуі. Егер заттардың газға айналуы толық және бірқалыпты жүрмесе, онда заттардың әсерлесу реакциясы да толық дәрежеде жүрмейді. Соның әсерінен улы газдар бөлінуі мүмкін.

3. Жарылыстан бөлінетін газдардың қоршаған ортамен химиялық әсерлесу мүмкіндігі, бұл өз кезегінде CO₂-нің CO-ға дейін қалпына келуіне алып келеді. Құрамында күкірт кездесетін кендермен әсерлесуі кезінде, улы күкірт қышқылдары мен күкіртті сутек пайда болуы мүмкін.

CO-ның пайда болуына оттегілік балансның әсері сөзсіз. Себебі сутек пен металдың тотығу реакциясы көміртегінің тотығу реакциясына қарағанда басым келеді, сонымен қатар оттегі жетіспеушілігі жоғарылай беретін болса, онда бөлінетін CO-ның мөлшері де жоғарылайды.

Оттегілік баланс нөлдік және оң болған кезде жарылыстан бөлінетін газ құрамындағы CO-ның мөлшері төмендейді, бірақ тотық толық жойылмайды. Оның пайда болу себебі реакцияның бастапқы кезеңінің толық аяқталмай қалуына байланысты.

Төменде аммиакты-селитралы жарылғыш заттардың жарылысынан пайда болатын газдардың құрамдық мөлшерлері келтірілген (2.1-кесте).

2.1-кесте

Жарылғыш заттың құрамы, %		Оттегілік баланс, %	Жарылыстан пайда болатын газдардың құрамы, %						
Аммиакты селитра	Тротил		CO ₂	CO	NO	H ₂	CH ₄	N ₂	O ₂
95	5	+18	16,6	4,55	-	0,55	1,2	76,1	1
88	12	+8,7	27,95	4,9	3,25	0,5	1,55	61,85	-
83	17	+4	32,05	5,35	2,35	1,7	1,6	56,95	-
79	21	+0,3	32,3	5,65	2,75	1,85	1,85	55,6	-
70	30	-8,2	26,6	13,85	0,7	2,3	2,15	54,4	-

Шахталық жағдайда бір уақытта NO₂ мен NO шамамен тең мөлшерде бөлінеді. NO ұзақ уақыт қопарылған таужынысында және массивтің жарықшақтарында сақталуы мүмкін. Содан кейін барып екі тотыққа айналады.

Жарылғыш заттардың оттегілік балансының улы газдардың бөлінуіне әсер ететінін ескере отырып, жерасты жағдайында қолданылатын өнеркәсіптік жарылғыш заттарға нөлдік оттегілік баланс беруге тырысу керек.

Оқшандалған жарылғыш заттардың оқшандарының сыртқы қабығы жарылыс реакциясына қатысатындығын жоғарыда атап өттік. Мысалы, оқшандалған жарылғыш заттарды ашық ауада аттырған кезде, оның сыртқы қабығы химиялық айналымсыз жарылыстың күшімен толық бұзылады. Ал, мұндай жарылғыш заттарды инертті материалдардың ішіне салып аттыратын болсақ, ол керісінше толық жанады. Сонымен қоса, қабық материалының тотығу қабілеттілігіне байланысты сутегі, көмірсутегі және т.б. бөлу арқылы газдануы немесе көміртегі, су буы, көмірқышқыл газына дейін тотығуы мүмкін.

Төменде әртүрлі оқшандалған жарылғыш заттардың жарылысы кезінде бөлінетін улы газдардың мөлшерлері келтірілген (2.2-кесте).

Жарылғыш зат атауы	100 г жарылғыш затқа шаққандағы қабықтың жанғыш материалы, г		Оттегілік баланс, %		Қабықтың толық жанған кезіндегі СО-ның есепті мөлшері, л/кг	Забойда пайда болған газдардың мөлшері, л/кг	
	қағаз	парафин	жарылғыш зат	оқшан		СО	NO ₂
№6 аммонит	1,7	2,3	+0,3	-9,8	57	30,1	3,4
	1,7	4,8	+0,3	-18,3	100	34,1	3,4
динафталит	2	2,5	+0,9	-10,3	60	30,7	6,2
	3,8	9	+0,9	-35	180	37,1	5,9
аммонит В-3	2	2,5	-0,64	-11,8	68	32,3	5,1
	3,8	9	-0,64	-36	190	37,7	4,7

Осы себептерге байланысты оқшан түрінде жасалатын өнеркәсіптік жарылғыш заттардың қабықтарына қолданылатын қағаздың салмағы 100 г жарылғыш затқа шаққанда 2 г, ал су өткізбейтін қабықтың салмағы 2,5 г-нан аспауы қажет [1, 2, 20, 22].

Жарылыс реакциясы кезінде заттардың толық газға айналуына жарылғыш заттардың құрамындағы жоғары активті қоспалар (сенсбилизаторлар) немесе төмен активті қоспалар (флегматизаторлар) әсер етуі мүмкін. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың құрамына сенсбилизатор ретінде көбінесе, нитроглицерин немесе гексоген және тротил енгізіледі. Ұнтақталған селитраның дүмпуінің критикалық диаметрі 80-100 мм болады. Флегматизаторлар ретінде гидрофобты қоспалар қосылады (парафиндер). Аммиакты-селитралы жарылғыш заттардың дүмпу қабілеттіліктерін оның құрамына көп мөлшерде қосылған ағаш ұнтағы, алюминий ұнтағы және күрделі тотығатын материалдар, сонымен қатар инертті заттар (минералды тұздар) төмендетеді. Әдетте, жарылғыш заттардың құрамына оның суға тұрақтылық, сақтандырғыштық қасиеттерін жоғарылату үшін флегматизаторлар қосылатын болса, онымен бірге жарылғыш заттың дүмпу қабілеттілігін жоғарылату үшін сенсбилизаторлар да енгізіледі.

Төменде бір неше өнеркәсіптік жарылғыш заттардың жарылысы кезінде пайда болатын улы газдардың мөлшерлері келтірілген (2.3-кесте).

Жарылғыш заттардың атаулары	Улы газдардың мөлшері, л/кг		
	СО	Азот тотықтары	Шартты жиынтығы
1	2	3	4
Ұнтақталған аммонит №6ЖВ	29,6/29,2	4,9/5,5	61,3/65,0
Престелген скальді аммонит №1 (гексогенмен сенсбилизаторланған)	40,2/40,1	0,4/0,8	42,8/45,3
62 %-ті күрделі мұзданатын динамит	60,9/57,7	1,1/1,3	68,1/65,2

1	2	3	4
Аммонит ПЖВ-20 (сақтандырғыш)	28,6/29,6	1,8/2,4	40,3/45,2
Победит ВП-3 (нитроглицерин қосылған сақтандырғыш)	19,0/21,2	2,1/3,3	32,4/42,7
Угленит Э-6 (нитроглицеринді сақтандырғыш)	9,9/11,7	2,3/3,0	24,9/31,2
Аммонит №7 (ағаш ұнтағы қосылған)	27,8/29,2	5,5/5,7	63,6/66,3

Ескерту. Бөлшектің алымында өндірістік сынақ, ал бөлімінде зертханалық сынақ нәтижелері.

Гексоген немесе нитроглицеринмен сенсбилизаторланған құрамдар басқа қоспаларға карағанда, улы газ аз бөледі. Сақтандырғыш жарылғыш заттар сақтандырғыш емес жарылғыш заттарға карағанда, улы газдарды аз бөледі, себебі сақтандырғыш жарылғыш заттардың жарылысынан бөлінетін газдардың көлемі аз болады.

Мысалы, аммониттердің құрамына қосылатын 8–10 % KNO_3 жарылыс кезінде азот тотығының мөлшерін төмендетеді. Ал көміртегі тотығының пайда болуына бұл тұздардың әсері аз болады.

Соңғы жылдарда жарылғыш заттарды жерасты жағдайында оқтау және тасымалдау жұмыстарын барынша механикаландыру үшін түйіршіктелген жарылғыш заттар: гранулиттер, игданиттер, граммоналдар жиі қолданылуда. Бірақ бұл жарылғыш заттардың дүмпу қасиеттері төмен болып келеді. Сондықтан мұндай жарылғыш заттардың оттегілік балансын барынша нөлге жақындату қажет.

Талап етілетін толық жарылысты қамтамасыз ету үшін шпурлар мен ұңғымаларды түйіршіктелген жарылғыш заттармен пневмооқтағыштың көмегімен тығыз орналастыру керек. Ал мұндай мүмкіндік болмаса, түйіршіктелген жарылғыш заттарды диаметрі үлкен оқтамдарда қолдану қажет.

Көптеген ғалымдардың тұжырымына сүйенетін болсақ, шпурларға оқталған оқшандалған жарылғыш заттардың арасында болатын саңылаулар аз мөлшерде болса, жарылыстан бөлінетін улы газдардың мөлшері де біршама төмендейді (2.4-кесте).

2.4-кесте

Жарылғыш зат атаулары	Диаметрі, мм		Саңылау, мм	Улы газдардың мөлшері, л/кг		
	Шпурлар	Оқшандар		СО	Азот тотықтары	Шартты жиынтығы
Аммонит №6ЖВ	42	32	10	49-57	1,4-3,6	65-72
	34	32	2	30-31	1,4-1,9	39-42
Детонит 10А	42	32	10	37-45	1,3-1,5	46-54
	34	32	2	31-32	1-1,1	37-39

Түйіршіктелген жарылғыш заттардың толық дүмпуінің тағы бір жағдайы бастапқы қоздыру күші болып табылады. Мұндай жағдайды қамтамасыз ету үшін дүмпу қасиеті жоғары аммонит немесе детонит оталдырғыш оқшандары қолданылады.

Сонымен қатар жарылыстан улы газдардың пайда болуына таужыныстарының қасиеттері де әсер етуі мүмкін. Кейбір таужыныстары жарылыс газдарымен химиялық әсерлесе отырып реакцияның жүру тәртібіне кері әсерін тигізеді. Мысалы, көмір кені CO_2 -ні CO -ға дейін қайта қалпына келтіруі мүмкін, апатитті-нифелинді және калийлі кендер азот тотығын байланыстырады, ал молибденді және кейбір мыс кендері көміртегі тотықтарын байланыстырады.

Жарылыс газдарының құрамы таужыныстарының жылу өткізгіштігіне, қопарылғыштығына, мықтылығына, иілгіштігіне де тәуелді болады. Сондықтан жарылыс кезінде улы газдарды бөлу мөлшері бойынша таужыныстары үш топқа бөлінеді. Бірінші топқа апатит, нифелин, калийлі тұздар, молибденді кендер, кейбір мыс және полиметалл кендері; екінші топқа көмір, қорғасын-цинкті кендер мартитті темір және алтын кендері; үшінші топқа джеспилитті темір кендері жатады.

2.6. Жарылыстың оттегілік балансы және улы газдардың бөлінуі

Жарылыс кезінде бөлініп шығатын газдар құрамы ЖЗ-тың химиялық құрамына, оның оттегілік балансына және жарылыс жағдайына байланысты болады. Оттегілік баланс жарылысқа керекті, яғни ЖЗ құрамындағы жанғыш элементтерді толық тотықтыруға қажетті оттегінің жеткілікті немесе жеткіліксіз өлшемдерімен сипатталады. Оттегілік баланстың үш: *оң* (положительный), *теріс* (отрицательный) және *нөлдік* түрі болады.

Егер ЖЗ құрамында жанғыш элементтерді толық тотықтыратын оттегі болса, онда – *нөлдік оттегілік баланс* деп аталады. Егер ЖЗ құрамындағы оттегі мөлшері жанғыш элементтерді толық тотықтыруға жеткіліксіз болса, *теріс*, ал оттегі аса көп болса, *оң оттегілік баланс* деп аталады.

Нөлдік оттегілік балансты, жарылғыш заттардың жарылысы кезінде негізінен су булары, көмір қышқылдары, еркін азот, алюминий тотығы және аз мөлшерде улы газдар бөлінеді. Оттегі жеткіліксіз болған жарылыс кезінде, көміртегінің улы қышқылы (CO) түзіледі. Бұл қоспаның құрылуы көміртегінің екі тотығымен салыстырғанда, жылудың аз бөлінуімен сипатталады (112 кДж/г·моль). Оттегісі аса көп жарылғыш заттардың жарылысынан, азотпен байланысқан оттегінің өте улы тотықтары – NO , NO_2 , N_2O_3 бөлінеді. Сонымен, оттегілік балансы теріс және оң ЖЗ-тар жарылысының қуаты төмен болып келеді [1, 2, 4, 20].

Жарылыстың газ өнімдерінің құрамы жарылғыш заттың тек химиялық құрамына емес, соған қоса оқшан қабығына, оқтамды аттыру жағдайына да байланысты. Оқтамды шпурларға немесе ұңғымаға оқтаған кездегі тығындалатын тығындама сапасы төмен, әрі оқшандар арасында ауа кеңістіктері қалатын болса, ол да улы газдың көбеюіне алып келеді [1, 2].

Жерасты қазба жұмыстары кезінде оттегілік балансы нөлге жақын ($\pm 3\%$) ЖЗ қолданылуы керек.

Көміртегі тотығының улау әсері мына тәртіпте болады, яғни адам қанындағы оттегі тасымалдайтын денелермен араласып улы қоспа түзіледі. Соның әсерінен адамның ішкі мүшелеріне оттегі жетіспей, ол уланады. СО-ның үлкен концентрациясында ($>1\%$) адам тез өліп кетуі мүмкін. Шахта ауасындағы СО-ның көлемі бойынша мүмкін болатын шектік концентрациясы – $0,0016\%$ аспауы керек.

NO, NO₂, N₂O₃ азот тотықтары адам тыныс алған кезде, оның өкпесіндегі сумен араласып азотты қышқыл түзеді, ол өкпенің ісінуіне әкеліп соқтырады. Сондықтан көміртегі тотығымен салыстырғанда, азот тотығы газдары 6,5 есе улы болып саналады. Оның ауадағы көлемі бойынша шектік концентрациясы – $0,0002\%$ аспауы керек. Бұл газдардан басқа, жарылыс кезінде күкіртті сутек H₂S, күкіртті ангидрид SO₂ түзілуі мүмкін. Бұл газдармен адам дем алған кезде оның тыныс жолдары зақымданады. Сонымен қатар, дүмпіткіштердің (детонаторлардың) жарылысынан сынап немесе қорғасын аэрозольдарының улы булары бөлінеді.

Оттегілік баланс, оттегінің артық немесе кем грамм-атомы мен жарылғыш заттың грамм-молекулалық массасының қатынасымен қарапайым түрде анықталады.

Қоспалы жарылғыш заттардың оттегілік балансын анықтау әрбір компонент үлесінің мәндерін қосу арқылы жүргізіледі.

Кейбір ЖЗ оттегілік баланстары 2.5-кестеде келтірілген.

2.5-кесте

Кейбір өнеркәсіптік жарылғыш заттардың физика-химиялық сипаттамалары

Жарылғыш заттар	Химиялық формуласы	Атомдық немесе молекулалық массасы	Оттегілік балансы	Жылу бөлуі, кДж/г·моль
1	2	3	4	5
Алюминий	Al	27	-89,0	-
Аммиакты селитра	NH ₄ NO ₃	80	+20,0	355
Гексоген	C ₃ H ₆ N ₆ O ₆	222	-21,6	-88
Күркірек сынап	Hg(CNO) ₂	284	-11,3	-275
Динитрогликоль	C ₂ H ₆ (ONO ₂) ₂	152	0	233
Динитронафталин	C ₁₀ H ₆ (NO ₂) ₂	218	-139,4	-395
Калийлі селитра	KNO ₃	101	+39,6	490
Калий хлоры	KClO ₃	122,5	+39,6	390
Калий перхлораты	KClO ₄	138,5	+46,2	440
Керосин	-	-	-343,0	-
Клетчатка	C ₆ H ₁₀ O ₅	162	-118,5	965
Магний	Mg	24,3	-65,8	-
Дәндер ұнтағы	C ₁₅ H ₂₂ O ₁₁	381	-132,0	-
Ағаш ұнтағы	C ₁₅ H ₂₂ O ₁₀	362	-137,0	19600
Натрийлі селитра	NaNO ₃	85	+47,0	493
Натрий хлоры	NaCl	106,5	+45,0	350

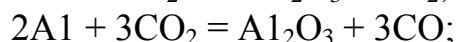
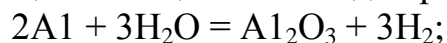
1	2	3	4	5
Натрий перхлораты	NaClO ₄	122,5	+52,2	390
Нитроглицерин	C ₃ H ₅ (NO ₂) ₃	122	+3,5	350
Октоген	C ₄ H ₈ N ₈ O ₈	296	-21,6	-
Парафин (қатты)	C ₂₄ H ₅₀	338,5	-346,0	46500
Пикринді қышқыл	C ₆ H ₂ (NO ₂) ₃ OH	229	-45,4	288
Тетранитрометан	C(NO ₂) ₄	196	+49,0	-35
Тетрил	C ₆ H ₂ (NO ₂) ₄ NCH ₃	287	-47,4	-41,5
Тротил	C ₆ H ₂ (NO ₂) ₃ CH ₃	227	-74,0	73,5
ТЭН	C ₅ H ₈ (NO ₂) ₄	316	-10,1	540
Көміртегі (аморфты)	C	12	-266	34000
Су (газ)	-	18	-	240
Су (сұйық)	H ₂ O	18	-	283
Алюминий тотығы	Al ₂ O ₃	102	-	1660
Кальций тотығы	CaO	56	-	630
Азот тотығы	NO	30	-	91
Целлюлоза	C ₁₀ H ₆ O ₆	162	-	950

Жарылғыш заттардың жарылыстық зат алмасуының нақты реакцияларын реакцияның жүру барысы кезінде оған әсер ететін факторлардың әртүрлілігіне байланысты, құру мүмкін емес. Сондықтан да, жарылыс реакциясын құрудың қарапайым әдісі қабылданған. Соған сәйкес барлық жарылғыш заттар үш топқа бөлінеді:

- барлық жанғыш элементтерді толық тотықтыруға жеткілікті оттегісі бар жарылғыш заттар. Бұл жағдайда бүкіл сутек – суға, көміртек – көміртектің екі тотығына айналады (мысалы, 2.6-кестедегі динитроглицольдің таралу реакциясы);

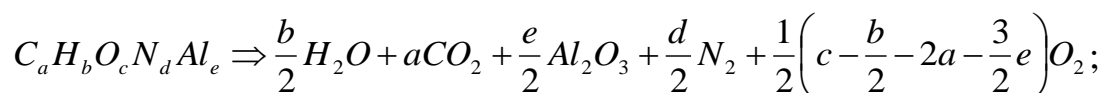
- оттегісі толық газ тәрізге айналдыруға жеткілікті жарылғыш заттар. Мұндай жағдайда оттегі, бірінші барлық сутегі мен суды, көміртегіні көмір тотығына тотықтырады, ал содан кейін қалған оттегі көміртегі тотығының бір бөлігімен көміртегінің екі тотығын құрайды (мысалы, 2.6-кестедегі ТЭН-нің таралу реакциясы);

Нөлдік оттегілік баланста құрамында алюминий бар жарылғыш заттардың жарылысы кезінде алюминийдің қатты тотығы түзіледі Al₂O₃, ал теріс оттегілік баланс кезінде – ол алюминийдің су және көміртегінің екі тотығының екінші ретті реакциясының нәтижесінде түзіледі:



- оттегісі толық газ тәрізге айналдыруға жеткіліксіз жарылғыш заттар. Мұндай жағдайда, сутегі толық тотығып суға айналады, қалған оттегімен көміртегінің бір бөлігі тотығады да, еркін көміртегі бөлініп шығады (мысалы, 2.6-кестедегі тротилдің таралу реакциясы).

Осыған орай, оттегілік балансы нөлдік немесе оң жарылғыш заттардың қарапайым құрамын біле отырып, оның жарылыстық таралу реакциясын оңай құруға болады:



ал молекулалық массасы М мұндай жарылғыш заттардың оттегілік балансы:

$$\hat{E}_a = \frac{\tilde{n} - \left(2\tilde{a} + \frac{b}{2} + \frac{3}{2} e \right)}{M} 16 \cdot 100 \% \quad (2.2)$$

формуласымен анықталады.

Басқа екі жағдайда да жарылыс реакциясының теңдеуі осылай анықталады.

2.6-кесте

Кейбір жарылғыш заттардың жарылыстық зат алмасуының сипаттамалары

Жарылғыш зат түрі	Молекулалық массасы	Жарылғыш заттардың реакциясы	Оттегілік балансы, %	Жарылыс газдарының көлемі, л/кг	Жарылыс температурасы, °С	Жарылыс жылуы, кДж/кг
Нитроглицерин	227	$4C_3H_5(ONO_2)_3 = 10H_2O + 12CO_2 + 6N_2 + O_2$	+3,5	715	4100	6500
Нитроглицоль	152	$C_2H_4(ONO_2)_2 = 2H_2O + 2CO_2 + N_2$	0	738	4200	7100
Тротил	227	$2C_6H_2(NO_2)_3CH_3 = 5H_2O + 7CO + 7C + 3N_2$	-74,0	750	2950	3450
Аммиакты селитра	80	$2NH_4NO_3 = 4H_2O + 2H_2 + O_2$	+20,0	980	1950	1420
Динитро-нафталин	218	$C_{10}H_6(NO_2)_2 = 3H_2O + CO + 2N_2 + 9C$	-129,4	750	2500	2500
Коллоидонды мақта	1053	$C_{22,5}H_{28,8}O_{36,1}N_{8,7} = 14,4H_2O + 21,7CO + 0,8C + 4,35N_2$	-33,6	936	250	3400
Гексоген	222	$C_3H_6N_6O_6 = 4H_2O + 3CO + 3N_2$	-21,6	890	3800	5700
ТЭН	316	$C_5H_8(ONO_2)_4 = 4H_2O + 3CO_2 + 2CO + 2N_2$	-10,2	790	4000	5910
Тетрил	287	$2C_6H_6(NO_2)_4CH_3N = 9H_2O + 6CO + 8C + 5N_2$	-47,4	740	3900	4900

2.7. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың дүмпуінің физикалық мәні

Жарылғыш заттардың дүмпу процесінің ерекшеліктерін анықтау үшін әртүрлі химиялық қоспалардың жану процесімен салыстыру қажет. Мысалы, сутегі немесе метанның оттегімен қоспасы 10-20 м/с жылдамдықпен жану мүмкіндігіне ие. Осы газдарды шыны түтікшеге салып, әлсіз от ұшқынымен қоздыратын болсақ, онда жану жылдамдығының таралуы баяу жүреді. Ал түтікшеге күшті от ұшқыны немесе кіші көлемдегі жарылыс әсер ететін

болса, онда мүлдем басқаша құбылыс орнайды. Яғни оттың түтікше бойымен таралуы дыбыс жылдамдығынан жоғары болады (шамамен 2 км/с). Мұндай жағдайда газ қоспасының дүмпуі жүреді [2, 20, 21, 22].

Қарапайым от жалыны газдың бір аймағынан екінші аймағына жылу өткізгіштік және диффузия процесі арқылы берілетіні бізге мәлім. Жану жылдамдығы әр қашанда дыбыс жылдамдығынан айтарлықтай төмен болады.

Дүмпу жылдамдығы керісінше, дыбыс жылдамдығынан әр қашанда жоғары болады, сонымен қоса ол жану жылдамдығынан жүз және одан да көп есе басым болып келеді. Дүмпу (детонация) – бұл күрделі газодинамикалық құбылыс, жарылғыш зат массасының бойымен таралатын соққы толқыны. Жарылғыш зат массасындағы соққы толқыны сырттан әсер ететін бір реттік бастапқы импульспен қоздырылады (дүмпіткіш капсуль және электрдүмпіткіштер).

Жарылыстың жарылғыш зат бойымен таралуы, өте тар қабатта жарылғыш заттардың бүкіл термодинамикалық параметрлерінің (қысым, тығыздық, температура) секірмелі өзгерістерін жасайтын соққы толқынымен түсіндіріледі. Сонымен қатар толқынның артқы майданында жарылғыш зат бөлшектерінің және олардың арасындағы газдардың лезде жану процесі жүреді. Соның қуатының әсерінен соққы толқынының жарылғыш зат бойымен таралуы қамтамасыз етіледі.

Соққы толқынының пайда болуы және жарылғыш зат бойымен таралу процестерінің теориясын газдағы толқындардың таралу заңдылықтарымен теңестіріп қабылдауға болады. Бұл мынаған байланысты, жарылғыш зат оқтамындағы соққы толқынының майданында, жарылғыш зат ішіндегі қоспалардың мықтылығынан біршама басым қысым пайда болады. Ол өз кезегінде бөлшектер арасындағы байланысу күштерін елемеуге және оның күйін газодинамиканың теңдеулерімен суреттеуге мүмкіндік береді.

Жарылғыш заттардың соққы толқынының жиынтығын және оған жақын орналасқан аймақтағы жарылыстық химиялық өзгерісті дүмпу толқыны деп айтады.

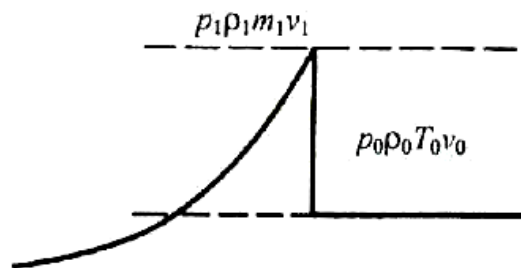
Дүмпіткіштердің жарылыс күші оны айнала қоршап тұрған жарылғыш зат қабатына күрт соққы жасап, жарылғыш зат оқтамының бойымен бір реттік секіріс түрінде таралатын соққы толқынын қалыптастырады. Ол келесі ерекшеліктерге ие:

- оның таралу жылдамдығы сол ортада дыбыс жылдамдығынан әр қашан жоғары болады;

- толқын майданында қысымның, тығыздықтың және температураның секірмелі өзгерістері жүреді (*2.1-сурет*);

- жарылыс газдары мен бөлшектері соққы толқыны майданының артынан жылжып отырады;

- соққы толқынының жылдамдығы толқын майданындағы қысымның шамасына байланысты болады.



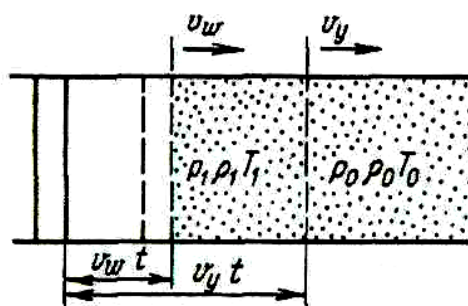
2.1-сурет. Соққы толқынының өту кезіндегі ортаның өзгеру параметрлері

2.8. Соққы толқыны теориясының элементтері

Соққы толқындарының қалыптасуы мен таралу сипаты, заттардың массасын сақтап қалу, қозғалыс санының өзгерісі және бөлшектердің қуаты туралы физиканың іргелі заңдылықтарымен анықталады [2, 20, 21, 22].

Осы заңдылықтарды қарапайым жағдай үшін қарастырып көрейік, яғни газ толтырылған құбыр ішіндегі тегіс соққы толқынының таралуы.

Ол үшін былай деп алайық, газ толтырылған қимасы S құбыр бойымен, тұрақты жылдамдықта v_w поршень жылжиды (2.2-сурет). Поршень қозғалысы газдың қалыпты жағдайын бұзады. Ортадағы қалыпты жағдайдың бұзылуы аяқ кезіндегі жылдамдықпен беріледі немесе поршень беті мен бір кеңістік AA_1 арасында жиналған сығылған ауа аймағы пайда болады. Поршень көмегімен сығылған газ v_y жылдамдығымен қозғалады, ал қысым аймағы газдардың жаңа бөлшектерін қамтып алуы себепті қалпы бұзылмаған газға қатысты белгілі бір жылдамдықпен қозғалады. Поршень қозғалысы өте жылдам өтеді деп қабылдап, соның әсерінен сығылған газ жылуын қалпы бұзылмаған газ және құбыр қабырғаларына беріп үлгермейді. Бастапқы қалпы бұзылмаған күйдегі қысым, тығыздық және температураны сәйкесінше, p_0 , ρ_0 және T_0 , ал p_1 , ρ_1 және T_1 әріптері арқылы сығылған газдың қысымын, тығыздығын және температурасын белгілейік. Поршень t уақытта жылжығанда $v_w t$ жолын өтеді деп шамалайық.



2.2-сурет. Тегіс соққы толқынының негізгі теңдеулерін шығаруға арналған есептік сұлба

AA_1 майданы $v_y t$ жолын жүреді, газдың сығылған аймағының

ұзындығы $(v_y - v_w) t$, оның көлемі $(v_y - v_w) tS$, ал массасы $\rho_1 (v_y - v_w) tS$ тең болады. Осы газдың бастапқы күйдегі көлемі $v_y tS$, ал оның сығылмастан бұрынғы массасы $v_y tS \rho_o$ құрады. Сығылу кезінде заттың массасы өзгермегендіктен, осы жағдай бойынша, массаның сақталып қалу заңдылығын:

$$\rho_o v_y tS = \rho_o (v_y - v_w) tS; \quad (2.3)$$

немесе

$$\rho_o v_y = \rho_1 (v_y - v_w) \quad (2.4)$$

түрінде жазуға болады.

Газдың сығылған массасының қозғалыс жылдамдығы v_w және осы масса үшін қозғалыс саны $\rho_o v_y S t v_w$ тең болса. Онда Ньютонның екінші заңы бойынша массаның жылдамдық өзгерісіне көбейтіндісі күш импульсіне тең болады, яғни күштің оған әсер ету көбейтіндісін береді.

Сығылатын газға күш әсер етеді $(p_1 - p_o)S$, ал күш импульсі $(p_1 - p_o)St$ тең болады.

Қарастырып отырған жағдайдағы қозғалыс санын сақтап қалу заңын:

$$\begin{aligned} (p_1 - p_o)St &= \rho_o v_y S t v_w; \\ p_1 - p_o &= \rho_1 v_y v_w; \end{aligned} \quad (2.5)$$

немесе

$$v_w = \frac{p_1 - p_o}{\rho_o v_y} \quad (2.6)$$

түрінде жазуға болады.

Осыдан мынаны алуға болады, $p_1 > p_o$ болған кезде, яғни газды поршеньмен сыққан кезде v_y және v_w белгілері бірдей болады. Сондықтан поршень әсер ететін газдың қабылданған қозғалыс сұлбасы дұрыс болады, ал $v_y > v_w$.

$\rho_o v_y = \rho_1 (v_y - v_w)$ теңдеуіне v_w соңғы мәнін қойсақ, онда мынаны аламыз:

$$\rho_o v_y = \rho_1 \left(v_y \frac{p_1 - p_o}{\rho_o v_y} \right); \quad (2.7)$$

немесе

$$\rho_o (\rho_1 - \rho_o) v_y^2 = \rho_1 (p_1 - p_o). \quad (2.8)$$

Осыдан:

$$v_y^2 = \frac{\rho_1 p_1 - p_o}{\rho_o \rho_1 - \rho_o}; \quad (2.9)$$

$$v_w^2 = (p_1 - p_o) \left(\frac{1}{\rho_o} - \frac{1}{\rho_1} \right) \quad (2.10)$$

теңдеулері келіп шығады.

Егер тығыздықтың орнына меншікті көлемді $v_o = \frac{1}{\rho_o}$ және $v_1 = \frac{1}{\rho_1}$, яғни массаның бірлік көлемін қойсақ, онда:

$$v_y^2 = v_o^2 \frac{P_1 - P_o}{v_o - v_1}; \quad (2.11)$$

$$v_w^2 = (p_1 - p_o)(v_o - v_1). \quad (2.12)$$

Енді зат бойымен соққы толқыны өткен кездегі оның бөлшектерінің ішкі қуатының өзгерісін анықтау үшін біртегіс орта бөлшектерінің қуатының өзгерісі туралы теореманы қолданамыз. E_o және E_1 – меншікті ішкі қуат, яғни сәйкесінше бұзылмаған және сығылған күйдегі газ массасы бірлігінің ішкі қуаты болсын. Сонымен қатар масса бірлігінің меншікті ішкі қуаты ретінде оның жылу және қысым қуатын түсінейік.

Сығылған газдың масса бірлігінің кинетикалық қуаты $\frac{v_w^2}{2}$, сығылған газдың массасы $\rho v_y St$ тең, онда сығылған кездегі газдың қалпы бұзылған бөлігінің қуатының толық өзгеру шамасы мынаны құрайды:

$$\rho_o v_y St \left(E_1 - E_o + \frac{v_w^2}{2} \right). \quad (2.13)$$

Осы қуат өзгерісінің шамасы $v_w t$ жолындағы қалпы бұзылған газға поршень тарапынан берілетін күш жұмысына $F_1 = p_1 S$ тең болуы қажет.

Осыған байланысты қуат теңдеуі:

$$\rho_o v_y S \left(E_1 - E_o + \frac{v_w^2}{2} \right) = p_1 S v_w t; \quad (2.14)$$

немесе

$$\rho_o v_y \left(E_1 - E_o + \frac{v_w^2}{2} \right) = p_1 v_w \quad (2.15)$$

түріне енеді.

Меншікті көлемдерді енгізе отырып, белгілі Гюгонио теңдеуін аламыз:

$$E_1 - E_o = \frac{P_1 - P_o}{2} (v_o - v_1). \quad (2.16)$$

Жалпы жағдайда бір текті тегіс орта үшін ішкі қуат қысымның p , меншікті көлемнің v және кейбір басқа да параметрлердің функциясы болып табылады. Нақты газ үшін меншікті ішкі қуатты:

$$E_1 = c_v T + E_o = \frac{c_p}{c_p - c_v} \frac{P_1}{\rho_1} + E_* \quad (2.17)$$

формуласымен анықтаймыз. Мұндағы c_p және c_v – меншікті жылу сыйымдылықтары;

E_* – қарастырылатын газ үшін тұрақты алынатын шама.

Соңғы теңдеуді алдыңғы алынған теңдеуге қойсақ, онда:

$$K(p_1 v_1 - p_o v_o) = \frac{P_1 - P_o}{2} (v_o - v_1); \quad (2.18)$$

мұндағы $K = -\frac{c_p}{c_p - c_v}$. Мұнда p_0, v_0 – тұрақты параметрлер; p_1, v_1 – ауыспалы шамалар.

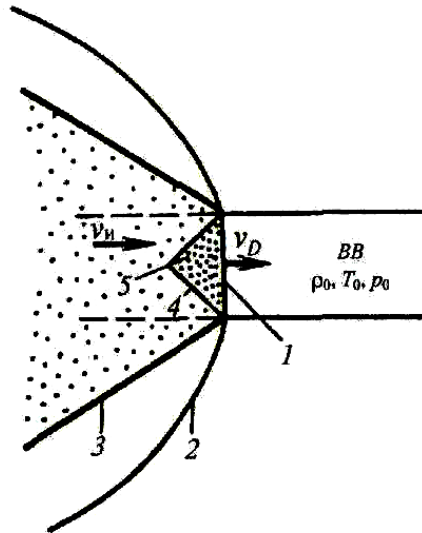
Тендеудегі соңғы қатынас p_1 және ρ_1 арасындағы немесе p_1 және v_1 , яғни соққы толқыны майданының сыртындағы секіріс артындағы байланысты анықтайды және Гюгонио адиабаты деп аталады. Бұл тендеу үзіліссіз, бір қалыпты қисық болып табылады, бірақ нақты процеске – соққы толқынына ондағы екі нүкте ғана сәйкес келеді: p_0, v_0 – газ параметрлерінің бастапқы мәндері (соққы толқынына дейін) және p_1, v_1 – осы параметрлердің соңғы мәндері (соққы толқынының артындағы). Бұл Гюгонио адиабатының қарапайым Пуассон адиабатынан бірінші басты өзгешелігі, нақты газ үшін олар келесі түрде болады $p_1 = p_0 \left(\frac{\rho_1}{\rho_0} \right)^\gamma$, мұндағы $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$. Барлық нақты процестерге байланысты Пуассон адиабатында p_0, v_0 және p_1, v_1 араларында орналасқан сәйкес екі нүкте болады, яғни p_0, v_0 күйінен p_1, v_1 күйіне өту кезінде газ біртіндеп бүкіл аралық күйден өтеді, ал газ бойымен соққы толқыны өткен кезде ол соққы толқынына дейін p_0, v_0 күйінде болады, содан кейін p_1, v_1 күйіне түседі. Барлық аралық күйде газ болмауы мүмкін.

Осыған байланысты келтірілген қатынастар соққы толқыны артындағы газдың, егер оның бастапқы күйі және соққы толқынының майданы өткеннен кейінгі секіріс параметрлері белгілі болса, термодинамикалық параметрлерін есептеуге толық мүмкіндік береді.

2.9. Жарылғыш заттардың дүмпу теориясының негізі

Дүмпу толқынының майданы (1) (2.3-сурет) жарылғыш зат молекулаларын бұзатын күшті соққы толқыны болып табылады. Бастапқы байланысы бұзылған, жоғары температураға дейін қызған жанғыш элементтер мен оттегінің атомдары толқын артындағы майданда жоғары жылу бөліп және жарылғыш заттарды газ тәрізді күйге айналдыру арқылы жылдам химиялық реакцияға түседі. Дүмпу толқынының майданы секундына бірнеше километр жылдамдықпен қозғалады. Соққы толқыны майданының (2) артында жарылыс газдарының кеңею майданы (3), ал оқтамның ортасына қарай күші төмендеген толқын майданы (4) қозғалады. Дүмпу процесінің тұрақтылық жағдайы кеңеймеген газдардың (5) аймағының болуымен қамтамасыз етіледі. Соққы дүмпу толқынының майданының қалыңдығы молекулалардың бір еркін жүгіру ұзындығынан аспайды (10^{-5} – 10^6 см), бірақ реакция аймағы толқын майданынан кең болады. Мысалы аммонит 6ЖВ үшін 0,4 см, ал граммонит 79/21 үшін 3–4 см құрайды [2, 20, 21, 22].

Дүмпу толқыны секірмелі түрде қысымы p_0 және меншікті көлемі v_0 заттың бастапқы күйін p_1, v_1 айналдырады (2.1-сурет) (А нүктесі Гюгонио адиабаты). Сығылған затта химиялық реакция басталады. Гюгонио адиабатында А нүктесіндегі (p_1, v_1) жағдай v_d жылдамдығымен қозғалатын стационарлы дүмпу толқынының майданына сәйкес келеді.



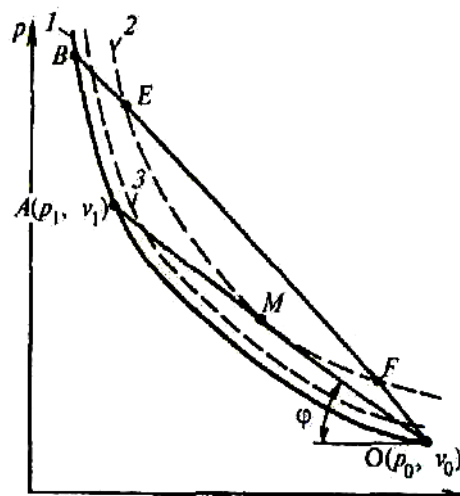
2.3-сурет. Жарылғыш зат оқтамы дүмпуінің жүру схемасы:

Себебі дүмпу бір қалыпты, онда майдан сыртындағы барлық аймақ та сол жылдамдықпен қозғалады. Осыған байланысты заттар аймақта Михельсон түзуінде жататын күйді басып өтеді:

$$p_1 = p_0 + \frac{v_D^2}{v_0^2} (v_0 - v_1). \quad (2.19)$$

Егер аймақта майдан сыртында аз мөлшерде жылу бөлініп, заттың күйі өзгерсе, онда бастапқыдан жоғары жатқан адиабатпен суреттеледі, мысалы адиабат (2) (2.4-сурет).

Реакцияның соңғы газдары үшін Гюгонио адиабаты барлық аралық адиабаттардан жоғарыда жатуы керек, себебі сол уақытқа дейін жарылыс реакциясының қуаты толық бөлінеді.



2.4-сурет. Жарылыс кезінде бөлінетін қуаттың және дүмпу өнімдерінің күйлерінің өзгеруі

Мұндай адиабат (3) қисық болуы мүмкін. Ол жылдамдығы v_d дүмпуі үшін ОА түзуінен жоғары өтуі мүмкін емес, себебі дүмпу өнімдерінің аяқ кезіндегі күйіне жауап беретін нүкте сол түзудің бойында жатуы керек. Сондықтан мұндай жағдайда екі нұсқа болуы мүмкін: Михельсон түзуі аяқ кезіндегі газдардың адиабатында жанасады (ОА түзуі) немесе ол Е және F нүктесінде адиабатпен (3) қиылысатын тармақтардың бірі болуы мүмкін. Тұрақты дүмпу беру үшін тек бірінші жағдай мүмкін болады. Михельсон түзуінің ОА аяқ кезіндегі газдардың адиабатымен жанасу нүктесі (M нүктесі) Жугэ нүктесі. Жугэ нүктесінде зат алмасып, бүкіл қуат бөлініп газдар максималды кеңейеді ($v_2 > v_1$) және қысым минимальды мәнге жетеді ($p_2 < p_1$). Зат M нүктесіне жақындаушы күйден өту кезінде жылу тиімділігі төмен басқа да адиабаттармен суреттеледі.

(3) адиабатының Михельсон түзуімен жанасу жағдайы:

$$\frac{p_2 - p_o}{v_o - v_2} = - \left(\frac{dp}{dv} \right)^2. \quad (2.20)$$

Жанамалардың Гюгонио және Пуассон адиабаттарына сәйкес келуі мынаны білдіреді:

$$\left(\frac{dp}{dv} \right)^2 = \left(\frac{dp}{dv} \right)^s; \quad (2.21)$$

сондықтан

$$\left(\frac{p_2 - p_o}{v_o - v_2} \right)^2 = - \left(\frac{dp}{dv} \right)^s. \quad (2.22)$$

Осыларды ескере отырып:

$$v_{\ddot{A}} = v_o \sqrt{\frac{p_1 - p_o}{v_o - v_1}} = v_o \sqrt{\frac{p_2 - p_o}{v_o - v_2}} = v_o \sqrt{- \left(\frac{\partial p}{\partial v} \right)^s}. \quad (2.23)$$

$\frac{1}{\rho} = v$ теңдігін ескерсек, онда:

$$v_o = \frac{v_d}{v_d - v_{w_2}}; \quad (2.24)$$

мұндағы v_{w_2} – M нүктесіндегі заттардың қозғалысының жылдамдығы.

V_o алып тастау арқылы қозғалыс жылдамдығы v_{w_2} болатын газдарға қатысты дүмпу толқыны майданының қозғалыс жылдамдығын аламыз:

$$v_d - v_{w_2} = v_2 \sqrt{\frac{p_2 - p_o}{v_o - v_2}} = v_2 \sqrt{- \left(\frac{\partial p}{\partial v} \right)^s} = c_2, \text{ м/с}; \quad (2.25)$$

мұндағы c_2 – реакция газдарындағы жергілікті дыбыс жылдамдығы.

Сонымен, $v_d = v_{w_2} + c_2$.

Соңғы жарылыс газдарының адиабатына өтуі BF түзуі бойынша іске

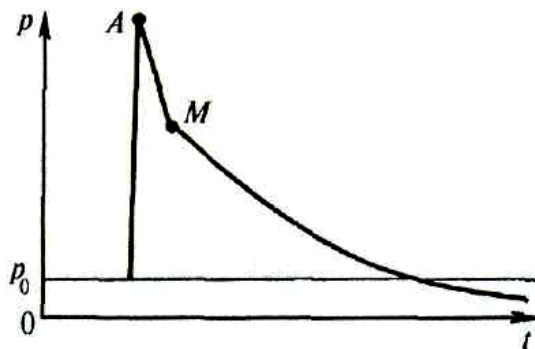
асады деп болжайық. Е нүктесінде жергілікті дыбыс жылдамдығы $c_E > (v_D - v_{w_2})$. Себебі дүмпу толқынының артынан жергілікті дыбыс жылдамдығымен бос толқын жүреді, онда ол дүмпу толқынын қуып жетіп, қысым амплитудасы мен оның таралу жылдамдығын төмендетеді. Мұндай жағдайда дүмпу толқыны тұрақты параметрлерге ие болмайды, сондықтан мұндай болжамдар орынды емес.

ОВ тармағы адиабатпен В нүктесінен түзу бойымен Е нүктесінің күйі арқылы төмен түсіп F нүктесінде қиылысады. Бірақ Е нүктесінде реакцияның бүкіл қуаты бөлініп шығады, ал (3) адиабатынан оңға қарай ығысу үшін қосымша қуат қажет болады. Осыған байланысты, мұнда тек бір ғана мүмкіндік болады, яғни Михельсон түзуі соңғы газ өнімдерінің адиабаттарымен жанасады. Мұндай жағдайда босаған толқындар жарылыс газдарына қатысты дүмпу толқыны майданының жылдамдығындай болып таралады, ал дүмпу жылдамдығы төмен болдады [2, 20, 21, 22].

Дүмпу процесі келесі түрмен сипатталады. Күшті соққы толқыны жарылғыш заттың жұқа қабатын бастапқы $p_0 v_0$ күйінен Гюгонионың соққы адиабатына сәйкес $p_1 v_1$ (мұнда $p_1 > p_0$) күйіне дейін сығады. Затта жылдам реакция басталады: жылу бөлінеді, қысым төмендейді, меншікті көлем өседі. Реакция t уақытынан кейін аяқталады, сол кезде зат соңғы газ өнімдерінің адиабатындағы Жугэ нүктесіне сәйкес келетін күйге өтеді. Осы нүктеде $p_2 = 1/2 p_1$:

$$v_{w_2} = \frac{1}{2v_{w_1}}; \quad c_2 = v_D - v_{w_2}. \quad (2.26)$$

Дүмпу толқынының бас бөлігі химиялық шыңы деп аталады (2.5-суреттегі АМ аймағы). Сонымен қатар реакция кезінде бөлінетін қуат соққы толқыны майданын қуып жетіп оның сөніп қалуын болдырмай өзіне сіңіреді. Дүмпу толқыны майданының сыртындағы химиялық реакцияның уақыты өте аз болады: ұнтақталған тротилдер үшін – 1 мкс, гексоген үшін – 0,1 мкс, аммиакты селитра үшін – 30 мкс.



2.5-сурет. Дүмпу толқынының құрылымдық сұлбасы

2.10. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың дүмпу ерекшеліктері

Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың дүмпу газдарының тығыздығы 2 г/см^3 дейін жетеді, олардың күйінің теңдеуі белгісіз, ал дүмпу жылдамдығы 6 км/с дейін жетеді, ол өз кезегінде газдардың дүмпу жылдамдығынан бірнеше есе басым келеді. Жарылыс газдарының қысымын p нақты газдар үшін, яғни молекулаларының меншікті көлемін ескеретін болса, Ван-дер-Ваальс теңдеуінің көмегімен анықтайды:

$$p = \frac{RL}{v - \alpha}. \quad (2.27)$$

Бұл теңдеу ішкі баллистикада қолданылады және жарылғыш заттардың тығыздығы $0,5 \text{ г/см}^3$ аспаған жағдайда қанағаттанарлық нәтиже береді. Ғалымдар Л.Д. Ландау және К.П. Станкович дүмпу өнімдерін қатты дененің кристалды торы түрінде қарастырған және ондағы атомдар мен молекулалар екі түрлі: серпінді (аралық қатынас салдарынан болатын күш) және тербелмелі (жылу қуатының салдарынан болатын күш) қуатқа ие.

Онда, дүмпу жылдамдығы тек жарылғыш зат тығыздығына байланысты және температураға тәуелді емес деп қабылдап, p_0 шамасын елемей жоғарыда келтірілген теңдеуден мынаны алуға болады:

$$p_2 = v_D^2 \frac{v_0 - v_2}{v_0^2}; \quad (2.28)$$

немесе

$$p_2 = v_D^2 \frac{\rho_0(\rho_2 - \rho_0)}{\rho_2}. \quad (2.29)$$

Дүмпу жылдамдығының жарылғыш зат тығыздығына тәуелділігі дәлелденген және ол:

$$v_D = A\rho_0 \quad (2.30)$$

түрінде болады.

Дүмпу өнімінің тығыздығы, жарылғыш заттың бастапқы тығыздығына пропорционал ($\rho_2 = h\rho_0$) деп қабылдасақ, соңғы теңдеу:

$$p_2 = A^2 \rho_0^2 \frac{(h\rho_0 - \rho_0)}{h\rho_0} = A^2 \frac{h-1}{h} \rho_0^3 = B\rho_0^3 \quad (2.31)$$

түріне енеді. Мұндағы $B = A^2 \frac{h-1}{h}$.

p_2 қысымды ρ_2 арқылы:

$$p_2 = C\rho_2^3 \quad (2.32)$$

түрінде көрсетуге болады. Мұндағы $C = \frac{B}{h^3} = A^2 \frac{h-1}{h^4}$.

h тұрақтысы жарылғыш заттардың минималды дүмпу жылдамдығының жағдайымен анықталады (Михельсон түзуі соңғы өнім адиабаттарына Жугэ нүктесінде жанасады) [2, 20, 21, 22].

Келтірілген теңдеулерден келесіні аламыз:

$$v_D^2 = \frac{p_2 \rho_2}{\rho_2 (\rho_2 - \rho_1)} = \frac{C \rho_2^4}{\rho_0 (\rho_2 - \rho_0)}. \quad (2.33)$$

Осы теңдеуді нөлге теңестіріп дифференциалдаймыз:

$$\frac{\partial v_D^2}{\partial \rho_2} = C \frac{\rho_0 (\rho_2 - \rho_0) 4 \rho_2^3 - \rho_0 \rho_2^4}{\rho_0^2 (\rho_2 - \rho_0)^2} = 0. \quad (2.34)$$

Осыдан келесіні аламыз:

$$\rho_0 (\rho_2 - \rho_0) 4 \rho_2^3 - \rho_0 \rho_2^4 = 0; \quad (2.35)$$

немесе

$$p_2 = \frac{4}{3} \rho_0; \quad (2.36)$$

осыдан

$$h = \frac{\rho_2}{\rho_0} = \frac{4}{3}. \quad (2.37)$$

Олай болса,

$$p_2 = \frac{1}{4} \rho_0 v_D^2; \quad (2.38)$$

және

$$v_{w_2} = \sqrt{p_2 \left(\frac{1}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_2} \right)} = \sqrt{\frac{1}{4} \left(1 - \frac{3}{4} \right) v_D^2} = \frac{1}{4} v_D. \quad (2.39)$$

Келтірілген формулалар мінсіз дүмпу толқындарының негізгі параметрлерін және кейбір жарылғыш заттардың жарылыс газдарының күйін есептеуге мүмкіндік береді.

Дүмпу жылдамдығы жарылғыш заттардың энергетикалық сипаттамаларына байланысты:

$$v_D = \sqrt{2(k^2 - 1)Q_v}; \quad (2.40)$$

түрімен анықталуы мүмкін. Мұндағы Q_v – тұрақты көлем кезіндегі жарылғыш зат жарылысының жылуы, кДж/кг.

$Q_v=4190$ кДж/кг үшін k мәні бастапқы тығыздыққа байланысты:

$\rho_0, \text{ г/см}^3$	0,2	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,7
k	1,3	1,6	2,22	2,8	3,05	3,21	3,4

мәндерге ие.

Жоғарыда келтірілген формулалардан мынаны түсінуге болады, дүмпу әрқашанда дыбыстан жоғары процесс болып табылады және оның мәні жарылғыш заттардың энергетикалық сипаттамаларына тікелей тәуелді болып келеді.

Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың негізгі ерекшелігі физикалық және химиялық бір текті емес жүйе болып саналады. Көптеген өнеркәсіптік жарылғыш заттар химиялық және физикалық қасиеттері әртүрлі қоспалардан

тұрады. Олардың құрамында дүмпу толқынында жоғары жылдамдықпен таралатын жоғары активті жарылғыш заттар (нитроглицерин, гексоген, тэн, т.б.) және активтігі төмен бірақ жарылғыштық қасиеті жоғары заттар (тротил), сонымен қатар жарылғыштық қасиеті төмен жарылғыш заттар (аммиакты селитра, динитронафталин), жарылғыштық қасиеті жоқ жанғыш заттар (алюминий, ағаш ұнтағы, парафин, т.б.), және де жарылыстың химиялық реакциясына қатыспайтын инертті заттар (жалын сөндіргіштер, су) болуы мүмкін. Сондықтан өнеркәсіптік жарылғыш заттар кинетикалық әр текті жүйе болып саналады.

Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың дүмпу қабілеттіліктеріне кейбір жағдайларда оның құрамындағы заттардың түйіршіктерінің өлшемдері де әсер етеді. Мысалы, диаметрі онша үлкен емес оқтамдағы аммиакты селитра мен гексогеннің қоспасы толық дүмпуі үшін селитраның түйіршіктерінің өлшемі гексогендікінен ұсақ болуы қажет. Егер мұндай жағдай орындалмаса, онда дүмпу толқынында тек гексоген ғана толық тарала алады, ал селитра таралып үлгере алмайды. Мұндай құбылысты болдырмау үшін буферлі заттарды қолданады. Бұл заттар кинетикалық жағынан өзгеше заттардың жарылысы кезінде аралық байланыс қызметін атқарады. Аммиакты селитра мен гексогеннен жасалған жарылғыш заттарды қатты таужыныстарын қопару үшін қолданғанда буферлі зат ретінде тротилді қолдануға болады. Сонымен қатар өнеркәсіптік жарылғыш заттардың дүмпу қабілеттіліктеріне құрамындағы компоненттердің дұрыс араласқандығы әсер етуі мүмкін.

Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың құрамындағы заттардың өлшемдері мен араласу дұрыстығының дүмпу қабілеттілігіне әсер етуі келесі жағдаймен түсіндіріледі: реакцияның уақыты мен толық аяқталуы тек жеке бөлшектердің жану жылдамдығына тәуелді болмай, сонымен қатар газ фазасында өтетін екінші дәрежелі реакция жылдамдықтарына да байланысты келеді. Жарылғыш зат құрамындағы заттардың бөлшектері қаншама ұсақ және жақсы араласқан болса, олардың жану жылдамдығы соншама тез жүреді [2, 20, 21, 22].

Жоғарыда айтылған себептерге байланысты тау-кен саласында қолданылатын жарылғыш заттардың дүмпу қарқынын жоғары дәрежеде қамтамасыз ету үшін оқтамдардың критикалық диаметрін дұрыс таңдау қажет. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың кейбір түрлерінің дүмпу жылдамдықтары мен критикалық диаметрлері төменде келтірілген (2.7-кесте).

2.7-кесте

Жарылғыш зат атаулары	Жарылғыш заттардың дүмпу жылдамдығы, км/с		Критикалық диаметрі, мм	
	Құрғақ	Су енгізілген	Құрғақ	Су енгізілген
Гранулотол	4,6	5,6	32-34	44-48
Түйіршікті гранулиттер:				
30/70	4,35	5,1	-	-
50/50	4,15	4,7	38-42	52-54
70/30	3,95	4,4	-	-

2.11. Жарылғыш зат оқтамдары дүмпуінің жылдамдығы мен тұрақтылығына әсер ететін факторлар

Жарылғыш зат оқтамының дүмпу жылдамдығы, сол жарылғыш заттың сипаттамасына (жарылғыш зат түрі, оның шашыраңқылығы, оқтамдағы жарылғыш зат тығыздығы), оқтам диаметріне және жарылыс жағдайына (сыртқы немесе шпурдағы мен ұңғымадағы ішкі оқтам, тығынның сапасы) байланысты екендігі белгілі. Барлық жағдайда негізгі мәселе дүмпудің тұрақтылығы мен жылдамдығын бағалау немесе оқтамның критикалық диаметрінің шамасын анықтау болып табылады [2, 20, 21, 22].

Кез келген жарылғыш зат оқтамының екі сипаттағы диаметрі болады:

1) критикалық диаметр – ары қарай оның өлшемі кішірейетін болса, жарылғыш зат оқтамының дүмпуі тұрақсыз болады да, сөніп қалуы мүмкін. Оқтам диаметрі критикалық мөлшерден үлкен болған сайын дүмпу жылдамдығы жоғарылай береді. Бірақ ол шама белгілі бір диаметр өлшеміне дейін жоғарылайды. Сол өлшемді – шектік диаметр деп айтамыз;

2) шектік диаметр – ары қарай оқтам диаметрінің өсуіне қарамастан дүмпу жылдамдығы өспестен бір орында қалады (2.6-сурет). Оқтамның дүмпу жылдамдығына диаметрдің әсер етуін теориялық тұрғыда Ю.Б. Харитон және Ф.А. Баума зерттеп, анықтамаларын берген.

Дүмпу толқынының майданындағы жоғары қысым дүмпу өнімінің жан-жаққа қарқынды кеңеюіне әсер етеді (2.3-сурет). Сонымен қатар пайда болатын ажыралған толқындар химиялық реакция аймағына қарай таралып, жарылыс қысымы мен температурасын төмендетеді. Соған байланысты, яғни дүмпу толқыны майданындағы қуат мөлшерінің әлсіреуіне байланысты дүмпу жылдамдығы төмендейді.

Бұл процестің жүру сипаты химиялық реакция ені l_p мен оқтам диаметрінің d қатынасына байланысты.

Химиялық реакцияның уақыты τ_1 : $\tau_1 = \frac{l_p}{v_A}$, ал ажыралған

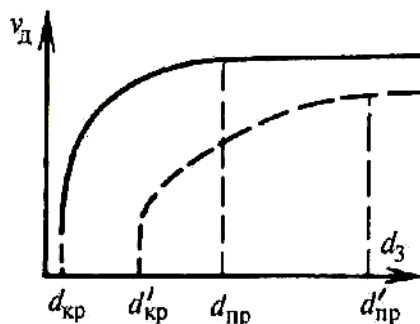
толқындардың оқтам центріне дейінгі арақашықтықты жүруге кететін уақыт

$\tau_2 = \frac{l_p}{2v_p}$ тең болады. Мұндағы v_p – ажыралған толқындардың жылдамдығы,

м/с. $\tau_1 < \tau_2$ болған кезде дүмпу сөнеді, себебі химиялық реакция біткенше жарылыс өнімінің кеңеюі басталады. Критикалық диаметр кезінде $\tau_1 = \tau_2$ жағдайы орындалуы қажет, осыдан:

$$\frac{l_p}{v_A} = \frac{d}{2v_p}; \quad (2.41)$$

ал $v_d \approx 2v_p$ болғандықтан, $l_p = d$, яғни критикалық диаметр оқтамдағы химиялық реакция аймағының еніне шамамен тең.



2.6-сурет. Жарылғыш зат оқтамы дүмпуі жылдамдығының диаметріне тәуелділігі

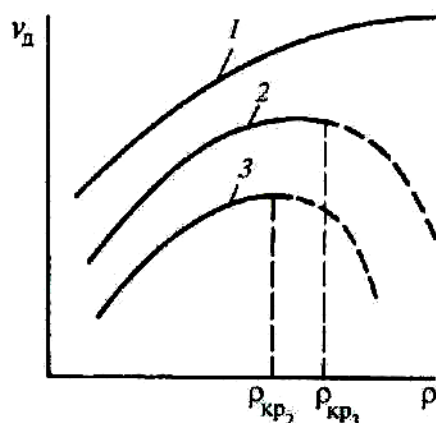
Осыдан мынаны аңғаруға болады, егер химиялық қоспалардың таралу реакциялары экзотермиялық, ал реакциядан дүмпу толқынының майданына бөлінетін қуат тұрақты көрсеткіштермен жарылғыш зат бойымен таралуды қамтамасыз етуге жеткілікті болса, кез келген химиялық қоспа дүмпітуге қабілетті.

Осылайша, химиялық реакциясының аймағы кең ірі түйіршікті жарылғыш заттардың критикалық диаметрі ұнтақ жарылғыш заттармен салыстырғанда үлкен болады.

Егер оқтам жарылыс күшінің таралуына кедергі жасайтындай қаппен қапталса, оқтамның критикалық диаметрі төмендейді. Мысалы, ұнтақ аммиакты селитра (тығыздығы 1 г/см^3) жарылыс кезінде шыны түтікте $d_{кр}=100$ мм-ге, ал қабырғаларының қалыңдығы 20 мм болат түтікте $d_{кр}=7$ мм мәнге ие болады.

Оқтамның қабы бір компонентті (жеке), тығыздығы жоғары жарылғыш заттардың дүмпу жылдамдығына онша әсер етпейді, керісінше, тығыздығы орташа, қоспалы жарылғыш заттардың дүмпу жылдамдықтарына әсері айтарлықтай болады. Дүмпу жылдамдығына әсер ететін басты себеп қаптың инертті қасиеті мен оның сығымдалуы. Жарылғыш заттың оқталу тығыздығы төмен болған кезде дүмпу тұрақтылығына қаптың мықтылығы да әсер етеді. Қап критикалық диаметр шамасын төмендетуге мүмкіндік береді, яғни кіші диаметрмен де тұрақты дүмпуге жетуге болады. Үлкен диаметр (шектікке жақын) болған кезде, ашық және қаптағы оқтамдардың дүмпу жылдамдықтары шамамен бірдей болып келеді (2.6-сурет).

Сондықтан диаметрі үлкен емес оқтамдарда жарылғыш заттарды қолданған кезде шпурды жарылғыш затпен сапалы толтыру және тығындау қажет. Диаметрі үлкен оқтамдардың атылысы кезінде жоғарыда айтылған факторлар дүмпу тұрақтылығына онша көп әсер ете бермейді (2.7-сурет). Төменде 2.8-кестеде кейбір жеке және қоспалы жарылғыш заттардың ашық оқтамдарының критикалық диаметрлерінің мөлшерлері келтірілген.



2.7-сурет. Ашық оқтамның диаметрін үлкейткен кездегі дүмпу жылдамдығын өлшеу:
 1, 2, 3 – $d_1 > d_2 > d_3$

2.8-кесте

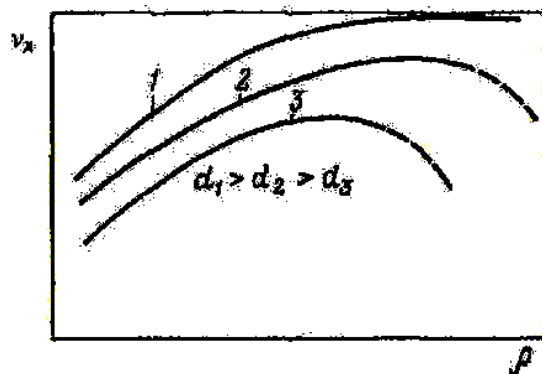
Кейбір жарылғыш заттардың критикалық диаметрі

Жарылғыш зат түрі	Критикалық диаметрі, мм
Қорғасын азиді	0,01–0,02
Гексоген	1,0–1,5
Ұнтақталған тротил	8–10
Түйіршіктелген тротил	5–10 (мықты қаппен қапталғанда)
Аммонит 6ЖВ	10–12
Гранулит АС-8	70–100
Граммонит 79/21	40–60
Игданит	100–120
Ифзанит	100–120
Аммонит ПЖВ-20	12–14
Аммонит Т-19	10–12
№1 скальді аммонит	5–6
№3 скальді аммонит	8–10
Аммонал	12–14

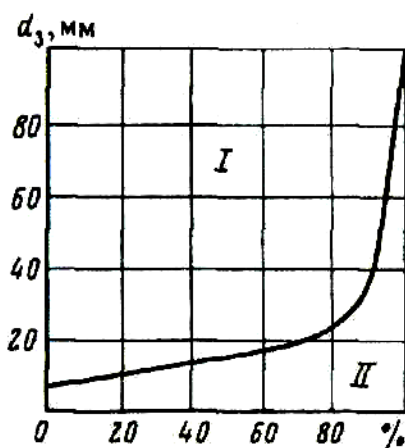
Жарылғыш заттардың тығыздығы дүмпу жылдамдығына әртүрлі әсер етеді. Жеке жарылғыш заттардың тығыздығын максималды мәнге дейін өсіргенде, оның дүмпу жылдамдығы жоғарылайды (2.8-сурет–1). Қоспалы жарылғыш заттардың критикалық тығыздығы $1,4–1,5 \text{ г/см}^3$ мәнге ие, яғни осы мәндерде дүмпу жылдамдығы максималды болып келеді (2.8-сурет–2, 3). Тығыздықтың мәнін ары қарай жоғарылатқанда оқтамдағы дүмпу тоқтайды.

Бұл келесі жағдайға байланысты болып келеді, жарылғыш зат тығыздығын өзгерткен кезде жарылғыш зат компоненттерінің зат алмасуы және жарылыс өнімінің химиялық әсерлесуі өзгереді. Осыған байланысты химиялық реакцияның жүру жағдайы төмендейді. Мысалы, аммонит құрамындағы аммиакты селитраны күшпен тығыздаған кезде, инертті зат ретінде жұмыс істеп, қуатты өзіне жұтып, оқтам бойымен дүмпудің таралуын

болдырмай тастайды (2.9-сурет). Жарылғыш зат құрамында қуатты компонент үлкен көлемде болса, оқтамдағы дүмпу тек сол зат бойымен таралатындай дәрежеге жарылғыш затты тығыздау арқылы жетуге болады. Бұл өз кезегінде дүмпу жылдамдығының жоғарылауына алып келеді. Оқтамның диаметрі үлкен немесе оқтамды қапқа орналастырса, жарылғыш заттың критикалық тығыздығы жоғарылайды [2, 20, 21, 22].



2.8-сурет. Жарылғыш заттардың дүмпу жылдамдығының тығыздыққа тәуелділігі:
1-бір компоненттілер үшін; 2, 3-қоспалылар үшін



2.9-сурет. Тротил-селитра қоспаларының критикалық диаметрлерінің өзгеруі:
I – тұрақты дүмпу; II – тұрақсыз дүмпу

Жарылғыш заттардың түрі, шашыраңқылығы және құрамы.

Жарылыс жылуы жоғарылаған сайын, жарылғыш заттардың дүмпу жылдамдығы жоғарылайды, ал критикалық диаметрі төмендейді. Мысалы, тротилдің жарылыс жылуы – 3450 Дж/кг, дүмпу жылдамдығы – 7,0 км/с, критикалық диаметрі 10 мм, ал гексоген үшін осы шамалар: 5700 Дж/кг, 8,4 км/с және 1,5 мм болады.

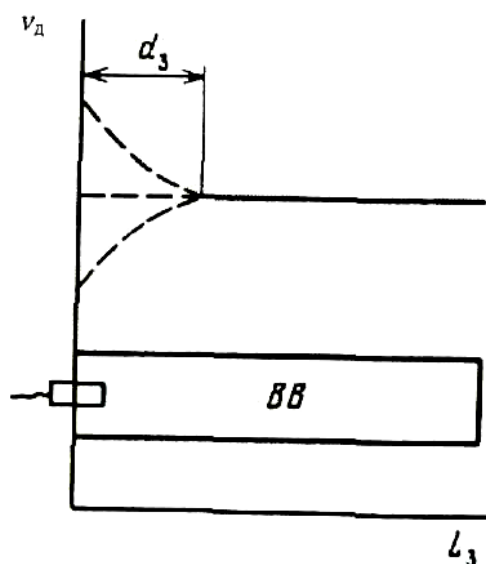
Жарылғыш заттардың шашыраңқылығы оқтамдардың критикалық диаметріне айтарлықтай әсер етеді. Бөлшектерінің өлшемі 0,01 мм тротилдің критикалық диаметрі 9 мм, ал бөлшектерінің өлшемі 0,5 мм болғанда – 28 мм тең. Селитра мен тротилді қарапайым жолмен қосқан кезде аммониттің критикалық диаметрі 20 мм, ал осы қоспаны шарлы диірменде екі сағат бойы

өңдейтін болсақ, оның критикалық диаметрі 8 мм-ге төмендейді. Барлық ірі түйіршікті жарылғыш заттардың критикалық диаметрлері, ұнтақ жарылғыш заттарға қарағанда, үлкен болып келеді.

Қоспалы жарылғыш заттардың критикалық диаметрі құрамындағы компоненттердің пайыздық қатынасына да байланысты болады. Мысалы, ұнтақталған аммонит 6ЖВ құрамындағы тротилдің мөлшерін 21-ден 5 %-ке төмендетсек, критикалық диаметрі 12-ден 25 мм-ге өседі. Тротил-селитра қоспаларының критикалық диаметрлерінің өзгеруі *2.10-суретте* келтірілген.

Жарылғыш зат дүмпюінің жылдамдығына қоздырғыш қуатының әсері дүмпюдің бастапқы кезінде ғана білінеді. Себебі, импульс шамасына байланысты, белгілі оқтам диаметрі үшін жоғары немес төмен жылдамдық алынуы мүмкін. Бірақ ары қарай жылдамдық бір қалыпқа келеді.

Осыған орай, кез келген оқтамды қоздыру үшін, қоздырылатын оқтамның критикалық массасындағы бастапқы дүмпю шығаратын, сонымен қатар, өз қуатымен дүмпюдің толық оқтам бойымен белгілі жылдамдықта таралуын қамтамасыз ететін, күші жоғары, нүктелі қуат көзі болуы керек.



2.10-сурет. Жарылғыш зат оқтамы дүмпюінің бастапқы импульс қуатына тәуелділігі

Оқтамдарды қоздыру әдістері жарылыс өнімінің қуатын таужынысына беру шамасына тікелей әсер етуі мүмкін. Сонымен қатар сезімталдығы төмен, ірі түйіршікті жарылғыш заттарда оқтам ішіндегі дүмпіткіш пілте мен аралық дүмпіткіштердің орналасуын өзгерту арқылы жарылыс қуатына әсер етуге болады.

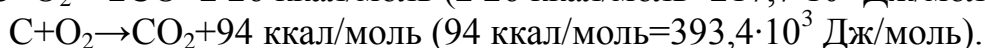
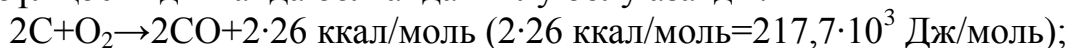
Бұл тарау бойынша студенттер зертханалық жағдайда жарылғыш заттардың оттегілік балансы мен жарылыстың негізгі сипаттамаларын анықтайды.

Жарылғыш заттардың оттегілік балансы ЖЗ құрамындағы оттегінің жанғыш элементтерін толық тотықтандыруына керекті мөлшерінен артық

немесе кем екенін көрсетеді [1, 11].

Егер ЖЗ құрамындағы оттегі атомдарының саны жанғыш компоненттердің толық тотығуына жеткілікті болса, онда оттегілік баланс нөлдік болғаны. Құрамындағы оттегі жанғыш элементтерді толық тұтандыруға жеткіліксіз болса, теріс, ал артық болса, оң оттегілік балансты болатынын жоғарыда атадық.

Нөлдік оттегілік балансты ЖЗ аттырғанда улы газдар аз бөлінеді де, атылыс қуаты барынша көп болады. Егер оттегі (O_2) жеткіліксіз болса, көмір қышқыл газының (CO_2) орнына улы көміртект тотығы (CO) пайда болады. Сонда, бұл қосынды пайда болғанда жылу бөлу азаяды:



Егер оттегі артық болса, ол азотпен қосылып өте улы азот тотығын (NO) құрайды. Оған біраз жылу кетеді, сонымен атылыстың жалпы қуаты азаяды:



Тапсырманы орындау әдістемесін нақтылы мысал арқылы түсіндірген жөн. Мысалы, нөлдік оттегілік балансты скальды аммонит типті ЖЗ: аммиакты селитрадан, тротилден, гексогеннен және алюминий ұнтағынан дайындау керек.

ЖЗ түрінен басқа әрбір студентке теріс оттегілік балансты компоненттердің қоспасының салмақ қатысы беріледі. Есеп тотықтырғыштық, аммиакты-селитраның массасын табуға негізделген. Нөлдік оттегілік балансты жасау үшін тотықтырғышты қоспаға қосу керек. Мысалы, скальды аммонитті дайындағандағы тротил, гексоген және алюминий ұнтағының салмақтық қатыстары мынандай: 1:5:1,5, яғни 1 кг тротилге 5 кг гексоген, 1,5 кг алюминий ұнтағы келеді.

Салмақ қатысын нөлдік қатысқа айналдырамыз:

1 кг тротилде $1000/227=4,41$ тротилдің молы;

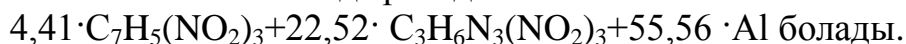
5 кг гексогенде $5000/222=22,52$ гексогеннің молы;

1,5 кг алюминий ұнтағында $1500/27=55,56$ алюминийдің грамм-атомдары, мұнда 227, 222, 27 – тротил мен гексогеннің мольдік салмағы, алюминийдің грамм-атом салмағы.

Тотықтырғыштан басқа ЖЗ барлық компоненттері:

$$1+5+1,5=7,5 \text{ кг-ға тең.}$$

Бұл массаны мольге айналдырғанда:



Қоспаның атылыс процесін жағдайға байланысты екі кезеңге бөлуге болады.

Бірінші кезең – дүмпуші толқын жүрген кезде компоненттердің молекулалары атомға дейін ұсақталады. Соның нәтижесінде мынандай грамм-атом пайда болады:

$$C - 4,41 \cdot 7+22,52 \cdot 3=98,43; \quad H - 4,41 \cdot 5+22,52 \cdot 6=157,17;$$

$$Al - 55,56; \quad N - 4,41 \cdot 3+22,52 \cdot (3+3)=148,35; \quad O - 4,41 \cdot 6+22,52 \cdot 6=161,58.$$

Екінші кезең – бұрынғы химиялық өзара қатынастан босаған жанғыш

элементтердің атомдары оттегімен қосылады да, газ молекулаларын құрайды. Мына мысалда жанғыш элементтер ретінде көміртегі (С), сутегі (Н) және алюминий (Al) есептеледі.

Сутегін (Н) толық суға дейін (H₂O) тотықтыру үшін оттегінің (О) мынандай $157,17/2=78,59$ грамм-атомы керек.

Көміртегін (С) көмірқышқыл газына (CO₂) айналдыру үшін $98,43 \cdot 2=196,86$ грамм-атом оттегі (O₂) керек.

Алюминийді Al→Al₂O₃ айналдыру үшін $55,56 \cdot 3/2=83,34$ грамм-атом оттегі (O₂) керек. Сонымен, нөлдік оттегілік балансты қоспа жасау үшін $78,59+196,86+83,34=358,79$ грамм оттегі керек. Ал бар компоненттердің массасы тек қана 161,58 грамм-атом оттегіден тұрады. Сондықтан, барлық жанғыш элементтерді толық тотықтыру үшін $358,79-161,58=197,21$ г оттегі жетпейді. Тапсырма бойынша жетіспейтін оттегі, аммиакты селитрадан толықтырылады.

Аммиакты селитраның жарылыс реакциясынан мынандай ажырауды көруге болады:



яғни, селитраның 1 мольі байланыста жоқ (бос) бір грамм-атом оттегін шығарады. Сондықтан, нөлдік оттегілік балансты жасау үшін бұрын алынған компоненттерге аммиакты селитраның 197,21 мольін немесе $197,21 \cdot 80=15777$ г =15,78 кг қосу керек (мұндағы 80 г есептегендегі аммиакты селитраның бір мольінің салмағы).

Жарылғыш қоспа компоненттерінің салмақтық арақатынасы, қосқан аммиакты селитраны есептегенде, пайыз бойынша мынандай болады.

Қоспаның барлық салмағы:

$$15,78+1+5+1,5=23,28 \text{ кг.}$$

Пайыздық қатыстары:

$$\text{Аммиакты селитраның } 15,78 \cdot 100/23,28=67,8 \%;$$

$$\text{Тротилдің } 1 \cdot 100/23,28=4,73 \%;$$

$$\text{Гексогеннің } 5 \cdot 100/23,28=21,5 \%;$$

$$\text{Алюминий ұнтағының } 1,5 \cdot 100/23,28=6,4 \%.$$

Қоспа компоненттерінің пайыздық қатынасы бойынша, жарылғыш затты тек қана 23,28 кг емес, керегінше жасауға болады. Жасалған скальды аммонит типті жарылғыш қоспаның химиялық формуласын құрастыру.

Есептеу ыңғайлы болу үшін, 1 кг скальды аммонит дайындау керек. Жоғарыда табылған пайыздық қатысы бойынша компоненттердің массасы: аммиакты селитра 678 г, тротил 43 г, гексоген 215 г, алюминий ұнтағы 64 г болады.

Компоненттер алдын ала ұлпа тәріздес болғанша ұсақталып, араластырылуы керек (қиыршықты ЖЗ жасаған кезде компоненттер ұсақталмайды).

Компоненттердің салмақ қатынасын мольге айналдырамыз:

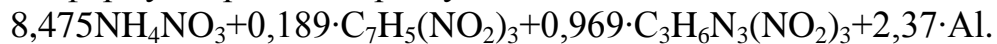
$$678/80=8,475 \text{ моль – аммиакты селитра;}$$

$$43/227=0,189 \text{ моль – тротил;}$$

$$215/222=0,969 \text{ моль – гексоген;}$$

$64/27=2,37$ – алюминийдің грамм-атомы.

Сонымен, жасалған скалды аммонит типті қоспаны төмендегідей химиялық формула арқылы көрсетуге болады:



Осыған байланысты атылыс кезінде пайда болатын химиялық ажырау формуласын құрастырамыз. Ол үшін әрбір химиялық элементтің грамм-атом салмағын анықтаймыз.

$$\text{N}=8,475\cdot(1+1)+0,189\cdot 3+0,969\cdot(3+3)=23,331;$$

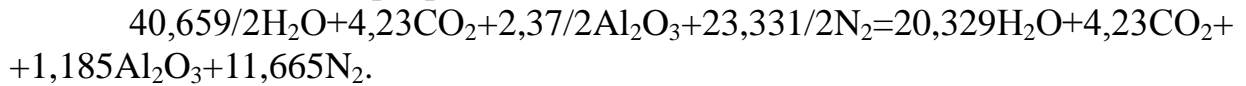
$$\text{H}=8,475\cdot 4+0,189\cdot 5+0,969\cdot 6=40,659;$$

$$\text{C}=0,189\cdot 7+0,969\cdot 3=4,23;$$

$$\text{Al}=2,37;$$

$$\text{O}=8,475\cdot 3+0,189\cdot 6+0,969\cdot 6=32,373.$$

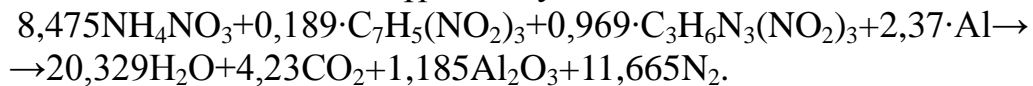
Жанғыш элементтердің тотығуына байланысты жарылыс заттарының мынандай моль мөлшерлері пайда болады:



Нөлдік оттегілік баланс болу үшін, тексеру ретінде керекті оттегін табамыз:

$$20,329\cdot 1+4,23\cdot 2+1,185\cdot 3=32,344 \text{ грамм-атом.}$$

Осы келтірілген есеп бойынша атылыс қоспасында 32,373 г оттегі болды. Ал есепте азғантай қайшылық болса, оны арифметикалық кемшіліктері деп есептеледі. Сонымен, скалды аммониттің атылыс реакциясын ең соңында мына түрде жазуға болады:



Жоғарыда келтірілген жұмысқа қосымша студенттер жарылғыш зат жарылысының сипаттамаларын, яғни жарылыстан пайда болатын газ көлемін, жарылыс жылуын, температурасын және газ қысымын анықтайды.

1. *Жарылыс газының көлемін анықтау.* Жарылыс газының көлемі жарылғыш заттың жұмыс істеуге қабілеттілігін сипаттайды. Газ көлемі қаншама көп болса, жарылыс қуаты механикалық жұмысқа бейім келеді.

Жарылыс газының көлемін Авогадро заңының негізінде анықтайды. Яғни, қалыпты жағдайда (температура 0°C немесе 273°K , ал қысым 760 мм сынап бағанынан $= 1,033 \text{ кГс/см}^2 = 101300 \text{ Н/м}^2 = 1,01\cdot 10^5 \text{ Па}$) кез келген газдың 1 мольі $22,4$ литрге тең болады. Бұл көлемді газдың мольдік көлемі деп атайды.

$$V_m=22,4 \text{ л/моль немесе } 22,4 \text{ м}^3/\text{кмоль}.$$

Жарылғыш заттың 1 мольінің жарылысы кезіндегі газ көлемі:

$$V = V_m \sum n = 22,4 \cdot \sum n, \text{ л/моль}; \quad (2.42)$$

мұндағы $\sum n$ – жарылыс газдарының барлық мольдерінің жиынтығының мөлшері.

1 г жарылғыш заттың жарылысынан бөлінетін газ көлемі – меншікті көлем деп аталады:

$$V_0 = \frac{V}{M} = \frac{22,4 \sum n}{M}, \text{ л/г}; \quad (2.43)$$

мұндағы M – жарылғыш заттың мольдік массасы, г/моль.

1 кг жарылғыш зат атылған кезде газ көлемі 1000 есе жоғары болады да, өлшемі – м³/кг белгіленеді.

Егер жарылғыш зат химиялық қоспа (смесь) болса, онда меншікті көлемді келесі формуламен анықтауға болады:

$$V_0 = \frac{22,4 \sum n}{N_1 M_{BB1} + N_2 M_{BB2} + \dots + N_n M_{BBn}}, \text{ л/г}; \quad (2.44)$$

мұндағы N_1, N_2, N_n – жарылғыш зат құрамындағы компоненттердің мольдерінің мөлшері;

$M_{BB1}, M_{BB2}, M_{BBn}$ – жарылғыш зат құрамындағы жеке компоненттердің мольдік массасы, г/моль.

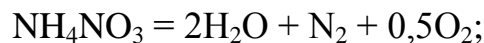
Егер меншікті көлемді басқа температуралық жағдайда анықтау керек болса, онда:

$$V_t = V_0 \frac{T}{273} \quad (2.45)$$

теңдеуін пайдалануға болады.

1-мысал. 1 кг аммиакты селитраның жарылысы кезіндегі газ көлемін анықтаймыз [26].

1 моль аммиакты селитраның жарылысы кезінде таралу реакциясы келесі түрде болады:



яғни 1 моль қатты аммиакты селитраның химиялық зат алмасуы кезінде $2+1+0,5=3,5$ моль газ өнімі түзіледі.

Онда:

$$V = 22,4 \sum n = 22,4 \cdot 3,5 = 78,4 \text{ л/моль.}$$

Жарылыс газының меншікті көлемі:

$$V_0 = \frac{V}{M} = \frac{22,4 \sum n}{M} = \frac{78,4}{80} = 0,98 \text{ л/г.}$$

мұндағы 80 – аммиакты селитраның мольдік массасы.

Егер 1 г аммиакты селитра жарылған кезде 0,98 л газ бөлінетін болса, онда 1 кг аммиакты селитра жарылысынан 980 л немесе 0,98 м³ газ бөлінеді.

2. *Жарылыс жылуын анықтау.* Жарылыс жылуы деп 1 кг жарылғыш заттың жарылысы кезіндегі бөлінетін жылу қуатының мөлшерін айтамыз.

Жарылыс жылуы – бұл дүмпу толқынының майданында жүретін бірінші реттік химиялық реакциялардың және реакция біткеннен кейінгі жарылыс өнімдерінің адиабатты кеңеюі кезінде жүретін екінші ретті реакциялардың жылу әсері.

Өзінен жылуды бөліп шығаратын реакцияларды – экзотермиялық деп атаймыз:



Егер реакция барысында қоршаған ортадан жылуды өзіне тартатын болса, онда эндотермиялық деп аталады:



мұндағы ΔH – жылу әсері, кДж.

Жарылыс жылуын теориялық және тәжірибелік жолмен де анықтауға болады.

Теориялық жолмен жарылыс жылуы Г.И. Гесс заңының негізінде анықталады. Қалыпты жағдай ретінде температураны 18°C (кейде 25°C) және қысымды $1,1 \cdot 10^5$ Па деп қабылдайды.

Жарылыс кезінде бөлінетін жылу мөлшері жарылыс жылуының жиынтығы мен жарылғыш заттың өз жылуының айырымына тең, яғни:

$$Q_p = Q_k - Q_i, \text{ кДж}; \quad (2.46)$$

мұндағы Q_p – тұрақты қысым кезіндегі 1 моль ЖЗ-тың жарылыс жылуы, кДж;

$Q_k = n_1q_1 + n_2q_2 + \dots$ – жарылыс газдарының пайда болуы кезіндегі жылу мөлшері, кДж;

n_1, n_2, \dots – жарылыс газдарының мольдерінің мөлшері;

q_1, q_2, \dots – жарылыстан бөлінетін әртүрлі газдардың жылу бөлу мөлшері, кДж;

Q_i – 1 моль жарылғыш заттың жылу мөлшері, кДж.

Жарылыс газдарының жылу бөлу мөлшері Q_p тұрақты қысымы болғанда анықталады.

Жарылыстың меншікті жылуы келесі формуламен анықталады:

$$Q_0 = \frac{Q}{M_{BB}}. \quad (2.47)$$

Қоспалы жарылғыш заттар үшін жарылыс жылуын анықтаған кезде:

$$Q_0 = \frac{n_1q_1 + n_2q_2 + \dots - (N_1Q_{H1} + N_2Q_{H2} + \dots)}{N_1M_{BB1} + N_2M_{BB2} + \dots} \quad (2.48)$$

формуласы қолданылады. Мұндағы Q_{H1}, Q_{H2}, \dots – жарылғыш заттың әртүрлі компоненттерінің жылу бөлу мөлшері.

Тұрақты көлем болған кезде, жарылыс жылуы Q_v мен Q_p байланысы арқылы:

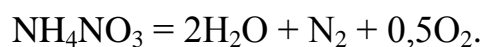
$$Q_v = Q_p + 0,572 \sum n, \text{ кДж/моль} \quad (2.49)$$

түрінде жазылады. Мұндағы $\sum n$ – жарылыс газдарының мольдерінің саны.

1 кг жарылғыш зат жарылысынан бөлінетін жылу мөлшері:

$$Q_0 = \frac{Q_v 1000}{M_{BB}}. \quad (2.50)$$

2-мысал. 1 моль аммиакты селитраның жарылыс жылуын анықтаймыз [26].



Ол үшін анықтама әдебиеттерден жылу бөлу мөлшерлерін қабылдап аламыз. Аммиакты селитраның жылу бөлуі $Q_H = 371$ кДж/моль немесе $371 \cdot 10^3$ кДж/кмоль, судың жылу мөлшері $q_1 = 241$ кДж/моль немесе $241 \cdot 10^3$ кДж/кмоль, ал азот пен оттегінің жылу мөлшерлері нөлге тең болады, себебі

бұл газдар еркін күйде орналасқан.

Тұрақты қысым кезінде 1 моль аммиакты селитраның жарылысынан бөлінетін жылу мөлшері:

$$Q_p = n_1 q_1 + n_2 q_2 + n_3 q_3 - Q_H = 2 \cdot 241 - 371 = 111 \text{ кДж/моль.}$$

Тұрақты көлем кезіндегі 1 моль жарылғыш заттың жарылысының жылуы:

$$Q_v = Q_p + 0,572 \sum n = 111 + 0,572 \cdot 3,5 = 113 \text{ кДж/моль.}$$

Тұрақты қысым және көлем болған кезде 1 кг аммиакты селитраның жарылыс жылуы:

$$Q_{op} = \frac{Q_p}{M_{BB}} = \frac{111}{80} = 1,387 \text{ МДж/кг;}$$

$$Q_{ov} = \frac{Q_v}{M_{BB}} = \frac{113}{80} = 1,413 \text{ МДж/кг.}$$

3. *Жарылыс температурасын анықтау.* Жарылғыш заттың жарылыс температурасын білу арқылы, жарылғыш заттың түрін дұрыс таңдауға болады. Жарылыс температурасы 1800–4500⁰С аралығында болуы мүмкін. Жарылыс жылуының жоғарылауы жарылғыш заттың құрамына, бөлінетін газдардың түріне, ылғалдылығына байланысты болады. Жарылғыш заттың құрамына алюминий ұнтағын қосатын болсақ, жарылыс температурасы жоғарылайды, ал инертті тұздар қосылатын болса, керісінше төмендейді.

Газдардың температурасын келесі формуламен анықтауға болады:

$$t = \frac{Q_v}{\sum n \cdot C_v}; \quad (2.51)$$

мұндағы Q_v – тұрақты көлем кезіндегі жарылыс жылуы, кДж/моль;

C_v – жарылыстан бөлінетін барлық газдардың жылу сыйымдылығы.

Малляр мен Ле-Шателье C_v мәнін анықтау үшін:

$$C_v = a + bt \quad (2.52)$$

тендеуін ұсынған. Мұндағы a – температура 0⁰С (273⁰К) кездегі мольдік жылусыйымдылық;

b – температураның 1 градусқа көтерілгендегі мольдік жылу сыйымдылықтың өсу мөлшері.

(2.52) формуладағы C_v мәнін (2.51) формулаға қоятын болсақ:

$$t = \frac{Q_v}{\sum n(a + bt)};$$

немесе

$$\sum nbt^2 + \sum nat - Q_v = 0;$$

осыдан

$$t = \frac{-\sum na + \sqrt{(\sum na)^2 + 4\sum nb \cdot Q_v}}{2\sum nb}. \quad (2.53)$$

Жарылыстан бөлінетін газдардың жылу сыйымдылықтары әртүрлі болады, $\sum na$ мәні температура 0°C кездегі барлық газдардың мольдік жылу сыйымдылықтарының қосындысын білдіреді, яғни $\sum na = n_1a_1 + n_2a_2 + \dots$.

Тура сол сияқты $\sum nb$ мәні температура әрбір 1°C көтерілгендегі мольдік жылу сыйымдылығының өсу қосындысын білдіреді, яғни $\sum nb = n_1b_1 + n_2b_2 + \dots$.

Жылу сыйымдылықтарының мәнін (кДж/кмоль·град) мынадан таңдауға болады:

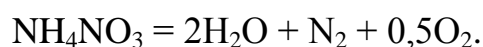
Екіатомды газдар үшін – $a = 20,1$; $b = 0,0042$.

Үшатомды газдар үшін – $a = 25,96$; $b = 0,01$.

Көпатомды газдар үшін – $a = 31,4$; b – ескерілмейді.

Қатты заттар үшін – $a = 26,8$; b – ескерілмейді.

3-мысал. Аммиакты селитраның жарылысының температурасын анықтаймыз [26].



Аммиакты селитраның жарылыс жылуы $Q_v = 113000$ кДж/кмоль. Енді жарылыстан бөлінетін газдардың жылу сыйымдылықтарын табамыз: су буы H_2O $a_1 = 25,96$; азот N_2 $a_2 = 20,1$; оттегі O_2 $a_3 = 20,1$, тура соған сәйкес $b_1 = 0,01$; $b_2 = 0,0042$; $b_3 = 0,0042$.

Онда:

$$\sum na = 2 \cdot 25,96 + 20,1 + 0,5 \cdot 20,1 = 82,07.$$

$$\sum nb = 2 \cdot 0,01 + 0,0042 + 0,5 \cdot 0,0042 = 0,0263.$$

Жарылыс температурасы:

$$t = \frac{-\sum na + \sqrt{(\sum na)^2 + 4\sum nb \cdot Q_v}}{2\sum nb} = \frac{-82,07 + \sqrt{82,07^2 + 4 \cdot 0,0263 \cdot 113000}}{2 \cdot 0,0263} = \frac{-82,07 + 139,5}{0,0526} = 1093,7^{\circ}\text{N}.$$

4. *Жарылыс газдарының қысымын анықтау.* Жарылыс кезінде оқтам камерасында пайда болатын газ қысымын Бойль-Мариотт пен Гей-Люсак біріккен заңдары және Ван дер Ваальс түзетуінің теңдеуімен анықтауға болады:

$$P = \frac{P_0 V_0 T}{273(V - \alpha)}, \text{ Па}; \quad (2.54)$$

мұндағы $P_0 = 1,01 \cdot 10^5$ Па – температура 0°C кездегі атмосфералық қысым;

V_0 – қысым P_0 және температура 0°C кездегі жарылыс газдарының көлемі, м^3 ;

T – жарылыс температурасы, $^{\circ}\text{K}$;

$$T = T^{\circ}\text{C} + 273, \text{ }^{\circ}\text{K};$$

V – оқтам камерасының көлемі, м^3 ;

α – жарылыс газдарының коволюмі (молекулалар көлемі). Жарылғыш заттарды оқтау тығыздығы $0,5 \div 1,0$ т/м³ болғанда, $\alpha = 0,001 \cdot V_0$, ал оқтау

тығыздығы одан жоғары болса, $\alpha=0,0006 \cdot V_0$ тең болады.

Оқтам камерасының көлемін V жарылғыш заттардың оқталу тығыздығы арқылы анықтаған қолайлы болады:

$$\Delta = \frac{Q_{BB}}{V}; \quad (2.55)$$

мұндағы Q_{BB} – шпурдағы немесе ұңғымадағы оқтам массасы, кг;

V – жарылғыш зат орналастырылған оқтам камерасының көлемі, м³.

Егер оқтам массасын 1 кг деп алатын болсақ, онда:

$$\Delta = \frac{1}{V} \text{ және } V = \frac{1}{\Delta}.$$

Соңғы қатынасты (2.54) формулаға қоятын болсақ, жарылыстан пайда болатын газ қысымын анықтайтын формуланы аламыз:

$$P = \frac{P_0 V_0 T}{273(V - \alpha)} = \frac{P_0 V_0 T \Delta}{273(1 - \alpha \Delta)}, \text{ Па.} \quad (2.56)$$

4-мысал. 1 кг аммиакты селитраның оқталу тығыздығы 0,8 г/см³ болғандағы жарылысынан пайда болатын газ қысымын анықтаймыз. Аммиакты селитраның жарылыс температурасы $T = 1093^\circ\text{C}$ және жарылыс газдарының меншікті көлемі 980 л/кг.

Аммиакты селитраның жарылыс температурасын реттейміз:

$$T = 1093 + 273 = 1366^\circ\text{K}.$$

1 кг аммиакты селитраның жарылысынан пайда болатын газ көлемі:

$$P = \frac{P_0 V_0 T \Delta}{273(1 - \alpha \Delta)} = \frac{1,01 \cdot 10^5 \cdot 980 \cdot 1366 \cdot 0,8}{273(1 - 0,001 \cdot 0,98 \cdot 0,8 \cdot 10^3)} = 18343 \cdot 10^5 = 1,8 \cdot 10^9 \text{ Па.}$$

Бақылау сұрақтары.

1. Химиялық жарылыс дегеніміз не?
2. Жарылғыш заттар деп қандай заттарды атайды?
3. Физикалық күйіне байланысты жарылғыш заттар қандай түрлерге бөлінеді?
4. Бризантты жарылғыш заттар қандай жағдайларда қолданылады және ол топқа қандай жарылғыш заттар жатады?
5. Лақтырғыш жарылғыш заттар қандай жағдайларда қолданылады және ол топқа қандай жарылғыш заттар жатады?
6. Қоспалы жарылғыш заттардың құрамына қандай компоненттер және не себептен қосылады?
7. Жарылыс кезіндегі химиялық реакциялардың жүру тәртібі деген не?
8. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың жарылысы кезіндегі пайда болатын улы газдарды және олардың пайда болу себептерін атаңыз?
9. Жарылыстың оттегілік балансы дегеніміз не және ол қалай анықталады?

10. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың дүмпуінің физикалық мәні неде?
11. Соққы толқындарының қалыптасуы мен таралу сипатын атаңыз?
12. Жарылғыш заттардың дүмпу теориясының негізін атаңыз?
13. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың негізгі дүмпу ерекшеліктерін атаңыз?
14. Жарылғыш зат оқтамдары дүмпуінің жылдамдығы мен тұрақтылығына әсер ететін факторларды атаңыз?
15. Жарылыстан пайда болатын газ көлемін, жарылыс жылуын, температурасын және газ қысымын қалай анықтауға болады?

3. ӨНЕРКӘСІПТІК ЖАРЫЛҒЫШ ЗАТТАР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІ МЕН САПАСЫН БАҒАЛАУ ӘДІСТЕРІ

3.1. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың топтамасы

Өнеркәсіптік жарылғыш заттар бірнеше белгілерімен топталады.

Сақтау мен тасымалдауға қауіптілігі бойынша жарылғыш материалдар тоғыз топқа және алты бөлімшеге бөлінеді.

Барлық жарылғыш заттар қолданылу жағдайы бойынша екі топқа бөлінеді (сақтандырылмайтын, сақтандырғыш және жеті класқа бөлінеді) [1, 2].

1-топ. Сақтандырылмайтын жарылғыш заттар. 1-класс. Жер бетінде аттыруға арналған (қаптары боялмаған ЖЗ).

2-класс. Газ немесе шаң атылысынан қауіпті шахта және кеніштер, басқа ашық және жерасты жұмыстарына арналған (оқшандарының қабы қызыл түсті немесе қызыл жолағы бар ЖЗ).

2-топ. Сақтандырғыш жарылғыш заттар. 3-класс. Шектеулі мөлшерде газ және шаң атылысынан қауіпті көмір шахталарында, сілкіту жарылыстарында, метан бөлінетін шахталарда қолданылатын қуатты ЖЗ (қаптары көк түсті ЖЗ).

4-класс. Газ бен шаңға қауіпті шахталарда көмірлерді қопаруға және сілкітпе жарылыстарына арналған, қуаты орташа сақтандырғыш ЖЗ (қаптарының сырты сары түсті ЖЗ).

5-класс. Ерекше қауіпті жағдайда көмір және таужыныстарын қопаруға арналған. Сонымен қатар, машиналық үңгірлі қазбаларда, метан бөлінетін забойларда қолданылатын ЖЗ (қаптарының түсі сары ЖЗ).

6-класс. Ыстық газдар көп бөлінетін, шпурдың жоғарғы бүйірі газды-ауалы қоспамен байланысатын көмір қабаттарынан өтетін жерасты қазбаларында, қазбаның ұзындығы 20 м. Желдетуді қамтамасыз ететін алдын ала бұрғыланатын ұңғымаларсыз өрлемелерді көмір немесе аралас қабаттардан қазған кезде жару жұмыстарын жүргізуге қолданылатын сақтандырғыш ЖЗ (қаптарының түсі сары ЖЗ).

7-класс. Атылып кету қауіпі бар ыстық газ бен көмір шаңдары концентрациясының пайда болу қауіпі бар жерасты қазбаларында, арнайы жару жұмыстарын жүргізуге арналған ЖЗ.

Арнайы класс (С). Атылып кету қауіпі бар ыстық газ бен көмір шаңдары концентрациясының пайда болу қауіпі бар жерасты қазбаларынан тыс қазбаларда арнайы жару жұмыстарын жүргізуге арналған сақтандырғыш және сақтандырылмайтын ЖЗ.

С-1 – Жер бетіндегі жару жұмыстары: металдарды импульсті өңдеу; ұңғымалық және топтамалық оқтамдарды қоздыру; жақтауларды тегістеуге арналған жиектеуші атылыс; мұзды таужыныстарын қопару; ірі кесектерді қопару; ұңғымаларда сейсмикалық барлау жұмыстары және басқа да арнайы жұмыстарға арналған ЖЗ (қаптары боялмаған ЖЗ).

С-2 – Газ бен көмір шаңынан қауіпсіз жерасты қазбаларында,

сульфидті таужыныстарын қопаруға, ірі кесектерді қопаруға, жиектеуші аттыруға арналған ЖЗ (қаптарының түсі қызыл).

С-3 – Барлау, мұнай және газ ұңғымаларында атқылама-жару жұмыстарына арналған ЖЗ (қаптарының түсі қара).

С-4 – Күкіртті шаңдардың атылып кету қаупі бар мұнай және басқа да шахталарда жару жұмыстарын жүргізуге арналған ЖЗ (қаптарының түсі жасыл).

Өнеркәсіптік ЖЗ-дың құрамындағы негізгі компоненттің атына байланысты аммиакты-селитралы (аммониттер, динамондар, гранулиттер, граммониттер, игданит), құрамында суы бар ЖЗ (аквотолдар, порэммиттер, сибириттер), негізі сұйық эфирлерден тұратын ЖЗ (детониттер, углениттер), нитроқоспалар (тротил, гексоген), оксиликвиттер, хлорлы және перхлорлы ЖЗ, түтінді және түтінді емес оқ-дәрілер болып бөлінеді.

Қазіргі кезде өнеркәсіптік ЖЗ ретінде мына заттар қолданылады.

1. Құрғақ ұнтақталған және түйіршіктелген жарылғыш заттар.

Аммониттер – аммиакты селитра мен тротил араласқан (көбінесе, гексоген және динитронафталин), жарылғыш емес жанғыш қоспалар қосылатын ұнтақталған ЖЗ. Сақтандырғыш аммониттер құрамына соған қоса жалын сөндіргіштер де қосылады.

Аммонолдар – алюминий ұнтағы қосылған аммониттер.

Скальды аммонит – аммонал мен гексоген қоспасы.

Граммониттер – түйіршіктелген селитра мен тротилден тұратын түйіршіктелген аммониттер.

Граммоналдар – түйіршіктелген аммоналдар.

Динамондар – ұнтақталған аммиакты селитра мен жанғыш заттар қосындысы.

Гранулиттер – түйіршіктелген аммиакты селитра, сұйық (соляр майы) және ұнтақталған жанғыш заттың (ағаш ұнтағы, алюминий) механикалық қоспасы.

Игданит – түйіршіктелген аммиакты селитра мен дизель майының қоспасы.

Угленит – игданит пен ірі көмір ұнтағының қоспасы.

Гранулотол – түйіршіктелген тротил.

Алюмотол – түйіршіктелген тротил құймасы мен алюминий ұнтағының қоспасы.

Гранитол – түйіршіктелген тротил құймасы мен аммиакты селитра қоспасы.

Эмулин – игданит және эмульсия қоспасы.

2. Құрамында суы бар жарылғыш заттар.

Аквотолдар – түйіршіктелген граммонит немесе граммонал мен құрамына қою ерітінді сіңірген аммиакты селитрадан тұратын, ағымды консистенциядағы құрамында суы бар ЖЗ.

Акваниттер және акваналдар – құрамына су және пластификациялы қоспалар қосылатын, калий немесе натрийлі ұнтақталған аммонит пен аммоналдан тұратын пластикалы консистенциядағы құрамында су бар ЖЗ.

Ыстықтай құйылатын ЖЗ – аммиакты селитраның ыстық ерітіндісі және 10–20% тротил қосылатын, оқтау кезінде оқтау машинасында жасалатын суспензиялы ЖЗ. Оқтам қатқаннан кейін гипс тәрізді құрылымға келеді.

Ифзанииттер – құрамына аммиакты селитра ерітіндісі қосылатын түйіршіктелген аммиакты селитрамен тротилден тұратын құрамында су бар ЖЗ.

Карботолдар – түйіршіктелген тротил және карбамид ерітіндісімен аз көлемде су бар аммиакты селитра қоспасы. Оқтау орнында ыстық күйде жасалады.

Порэммиттер мен сибириттер – аммиакты және натрийлі селитра ерітіндісіне эмульгатор қосылған эмульсиялы ЖЗ.

Эмульсолиттер – оқшандалған эмульсиялы ЖЗ.

Детониттер – ұнтақталған аммиакты селитра, тротил, алюминий және нитроэфир қоспасы.

Динамиттер – нитроглицерин және нитроглицольдің көп компонентті қоспасы.

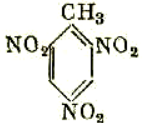

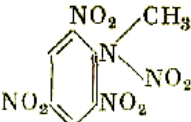
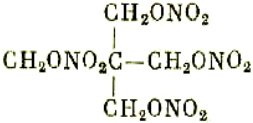
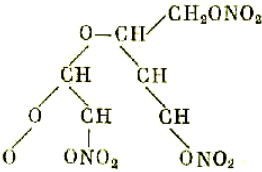
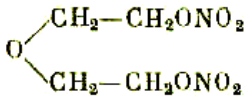

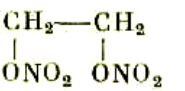
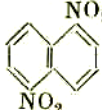
Оксиликвиттер – сұйық оттегі сіңірілген органикалық заттар.

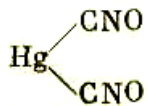
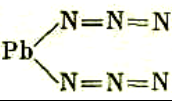
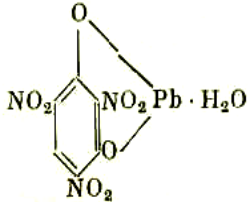
Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың класстарға бөлінуінің негізгі белгілерінің бірі қолданыс кезіндегі қауіпсіздігі. Осы белгісі бойынша жарылғыш заттар: ашық тау-кен жұмыстарына; газ және шаң бойынша қауіпсіз жерасты қазба жұмыстарына; қауіпті шахталарға арналған болып негізгі үш класқа бөлінеді.

Ашық тау-кен жұмыстарына жарылғыш заттарды таңдау кезінде оған тек бір ғана талап қойылады, яғни жарылғыш зат қолдануға қауіпсіз болуы қажет. Жарылғыш заттарды газ және шаң бойынша қауіпсіз шахталарда қолдану үшін олардың жарылысы кезінде бөлінетін улы газдардың мөлшеріне талаптар қойылады. Ал қауіпті көмір шахталарында құрамына жалын сөндіргіштер енгізілген сақтандырғыш жарылғыш заттарды қолдану қажет.

Сонымен қатар өнеркәсіптік жарылғыш заттарға пайдаланымдық талаптары да: мысалы, жарылғыш заттардың суға тұрақтылығы, қарқынды ортаға қатысы бойынша тұрақтылығы, суыққа тұрақтылығы, дүмпу қабілеттілігі, құрылымдық ерекшеліктері (түйіршіктелген, ұнтақталған, пластикалы, сұйық, т.б.), қоздыру импульсіне сезімталдығы, физикалық тұрақтылығы және т.б. қойылуы мүмкін. Осы жағдайларға байланысты жарылғыш заттарды: құрғақ немесе сулы забойларға арналған, шпурлы, ұңғымалы немесе камералық жарылысқа арналған, қолмен немесе механикалық оқтауға арналған жарылғыш заттар бойынша бөледі [1, 2, 20].

Химиялық құрамы бойынша жарылғыш заттар жеке және қоспалы болып бөлінеді. Жеке жарылғыш зат ретінде: тротил, гексоген, тэн, нитроглицерин, нитроглицоль, тетрил, сонымен қатар сезімталдығы жоғары: ауыр металлдардың азиды, күркірек қышқылдардың тұздары сияқты жарылғыш заттардың түрін қолдануға болады. Кейбір жеке қолданылатын жарылғыш заттардың қасиеттері төменде келтірілген (*3.1-кесте*).

Жарылғыш зат түрі	Құрылымдық формуласы	Тығыздығы, г/см	Еру температура- турасы, С ⁰	Оттегілік балансы, %	Жарылыс жылуы, ккал/кг	Жоғары тығыздықтағы дүмпу жылдамдығы, км/с	Сокқыға сезімталдығы, %	Жарылғыш зат классы
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тротил (тринитротолуол)		1,66	80,2	-74	1010	7	4-28	Б3
Гексоген (цикло- триметилентри- нитрамин)		1,81	204,5	-21,6	1290	8,6	70- 90	Б3
Тетрил (тринитро- фенилметилит-рамин)		1,73	129,5	-47,4	1100	7,74	48- 60	Б3
Тэн (тетранитро- пентаэритрит)		1,77	141	-10,1	1360	8,35	100	Б3
Коллодионды макта (нитроцеллюлоза)		1,65	-	-38,7	865	7,3	5-10	Б3
Нитродигликоль (диэтиленгликоль- динитрат)		1,38	2	-40,8	948	-	-	Б3
Нитроглицерин (глицеринтринитрат)		1,59	13,5	+3,5	1480	8-9,15	15	Б3
Нитрогликоль (этиленгликоль- динитрат)		1,48	-21,7	0	1580	8,2	100	Б3
Динитронафталин		1,5	150-160	-139,4	700	1,15	0	Б3
Аммиакты селитра (аммоний нитраты)	NH_4NO_3	1,56- 1,74	169,1	+20	335	1,3	0	Т
Аммоний перхлораты	NH_4ClO_4	1,95	145	+34	485-760	3	80- 100	Т

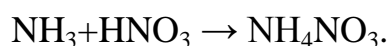
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Күркіреуік сынап		4,3- 4,4	50	-11,3	410	5,05	5	ҚЗ
Қорғасын азиды		4,73	200	-11	364	4,8	11	ҚЗ
Тенерес (қорғасын тринитрорезор-цинаты)		4,7	200	-25,6	372	5,2	10	ҚЗ

Ескерту. Жарылғыш зат классындағы БЗ – бризантты жарылғыш заттар; Т – тотықтырғыштар; ҚЗ – қоздырғыш жарылғыш заттар.

3.2. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың негізгі компоненттері

Аммиакты селитра (азотқышқылды аммоний) NH_4NO_3 – көптеген өнеркәсіптік ЖЗ негізгі компоненті болып саналады. 1 г селитраны таратқан кезде 0,2 г оттегі бөледі, ол жарылыс кезінде сутегін, көміртегін, алюминийді тотықтандыру үшін қолданылады. Аммиакты селитраны өндірісте кеңінен қолданады, өйткені оны өндіру қарапайым, шикізат базасы көп (ауа, су) және жарылыс кезінде толық газға айналады [1, 2].

Аммиакты селитра – түсі ақ кристалды ұнтақ, кристалының пішініне байланысты тығыздығы 1,56–1,74 г/см³ аралығында. Аммиакты селитраның үйінді тығыздығы 0,86–1,74 г/см³. Селитра аммиак пен азот қышқылының реакциясынан алынады:



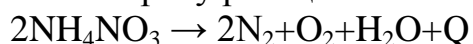
Аммиакты селитра – ұнтақталған, түйіршіктелген, қабыршақты және кристал түрінде шығарылады. Қазіргі кезде көбінесе, кристалды және түйіршіктелген ЖВ маркалары шығарылады.

Кристалды аммиакты селитра ылғал тартқыш болып келеді. Ауаның ылғалдылығы өзгерген кезде, бір-бірімен бірігіп, қатты затқа айналады. Сондықтан оның құрамына майлы қышқылдардың темір тұздарын қосып, ЖВ маркасында да шығарады. Ол өз кезегінде селитра түйіршіктерінің сыртын мономерулярлы қабықшамен жауып, оның бірігіп қалу қасиетін жояды және суға төзімділігін арттырады.

Аммиакты селитра бірнеше кристалды модификацияда болуы мүмкін. -16° , $+32^{\circ}$, $+85^{\circ}$, $+125^{\circ}$ С температурада суытқанда немесе қыздырғанда, ол бір модификациядан екінші модификацияға ауысады. Мұндай ауысу кезінде селитраның бірігу қасиеті жоғарылайды. Аммиакты селитраның балку температурасы – 169° С. Аммиакты селитра суда жақсы ериді. Еру кезінде жылуды өзіне тартады: селитраның 6 бөлігі еріген кезде, судың 10 бөлігінің

температурасы 27°C төмендейді.

Селитраның жарылыстағы таралу реакциясы:

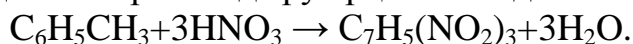


жылуды Q өзінен бөліп шығарумен орындалады. Селитраның жарылыс жылуы 1400 кДж/кг.

Аммиакты селитра, сульфидтер, азот, күкірт, фосфор қышқылдары және металдармен (цинк, мыс, никель, магний) жақсы реакцияға түседі. Әсіресе азот қышқылының қоспасы, селитраның өздігінен жанып кетуіне әкелуі мүмкін. Алюминий және темір селитрамен реакцияға кіріспейді. Азот қышқылын бейтараптандыру үшін қосылатын қоспалар аммиакты селитраның термикалық тұрақтылығын жоғарылатып, өздігінен жанып кету ықтималдылығын төмендетеді. Қарапайым селитраның критикалық диаметрі 200–250 мм. Дүмпу күші еркін таралатын селитраның тиімді қалыңдығы 30–50 мм мөлшерінде болады. Қарапайым селитраның диаметрі 40 мм металл құбырдағы дүмпу жылдамдығы 1,95 км/с, суға төзімді селитраларда – 2,6 км/с. Қорғасын бомбасында таза селитраның жұмыс істеу қабілеттілігі 180 см^3 .

Таза күйінде селитра дүмпіткіштер немесе дүмпіткіш пілтеден от алмайды. Оны қоздыру үшін массасы 50 г кем емес, тығыздалған тротилден жасалған аралық детонатор қолдану керек. Селитра – сақтауға, тасымалдауға және қолдануға қауіпсіз.

Тринитротолуол (тротил немесе тол $\text{C}_7\text{H}_5(\text{NO}_2)_3$) бір компонентті кең тараған ЖЗ-дың бірі. Тротилді, азот және күкірт қышқылдарының қоспаларымен толуолды бейтараптандыру арқылы алады:



Күкірт қышқылы реакцияға кіріспейді, ол тек реакция кезінде суды сіңіру үшін қолданылады. Таза тротил ашық немесе қою сары түсті кристалдардан тұрады. Балқу температурасы – 80°C . Ұнтақталған күйінде оның үйінді тығыздығы $0,9\text{ г/см}^3$, ол қысым астында жақсы тығыздалады. Ерітіп құйылған тротилдің тығыздығы $1,54\text{--}1,59\text{ г/см}^3$.

Тротил суда ерімейді және жоғары химиялық тұрақтылыққа ие. Тротилдің жану температурасы – 310°C . Тротил ұнтақталған, тығыздалған, қабыршықты, түйіршіктелген және кейбір кезде құйылған шашка түрінде қолданылады. Тротил аммиакты-селитралы ЖЗ құрамына, қарқынды жанғыш қоспа ретінде қосылады. Қоспалы ЖЗ тротилдің мөлшері 6–70 % аралығында өзгереді. Тротил механикалық әсерге өте сезімтал келеді. Сондықтан тротилді жарылғыш заттарды шпурлар мен ұңғымаларға оқтаған кезде өте сақ болу қажет. Құрғақ ұнтақталған тротилдің критикалық диаметрі 8–10 мм.

Тротилдің оттегілік балансы теріс (74 %), соның әсерінен жарылыс кезінде газдар аз, ал қатты өнімдер көп бөлінеді. Ұнтақталған, тығыздалған тротил – дүмпіткіш немесе дүмпіткіш пілтелер көмегімен жеңіл атылады. Тротил зиянды зат болғандықтан әсіресе, ұнтақ күйінде теріге, көзге едәуір зақым келтіреді.

Гранулотол (түйіршіктелген тротил) түйіршіктерінің өлшемдері 3–5 мм, сулы ұңғымаларда жеке ЖЗ ретінде, ал граммонит пен құрамында

суы бар ЖЗ қоспа ретінде қолданылады. Құрғақ күйінде гранулотолдың жарылыс жылуы 3450 кДж/кг шамасында. Гранулотолдың ашық оқтамдардағы критикалық диаметрі 60 мм, ал дүмпу жылдамдығы – 4,5–6,5 км/с аралығында болады.

Гранулотол – суға төзімді, суға жақсы батады және сусымалы ЖЗ. Сақтаған кезде түйіршіктері бір-бірімен бірікпейді, жарылыс қасиеті тұрақты. Сулы ұңғымаларда біраз уақыт жатса да, жарылғыштық қасиетін жоймайды. Гранулотолды қоздыру үшін қуатты аралық дүмпіткіштер қолданылады. Оны сулы күйінде қолданған тиімді. Себебі, су оқталу тығыздығын 1,3–1,35 г/см³ дейін жоғарылатады, соның әсерінен дүмпу жылдамдығы жоғарылап, тиімді жарылыс береді [1, 2].

Сонымен қатар, оның құрамындағы су буланып, жарылыс газының көлемін үлкейтеді. Бірақ буландыруға жылу қажет болады, соның әсерінен сулы тротилдің жалпы жарылыс қуаты төмендейді. Мұндай жарылғыш заттарды құрғақ ұңғымаларда қолданған тиімсіз, себебі, жарылыс газының көлемінің аз болғандығынан, қопарылыс күші төмен болады. Гранулотол механикалық оқтауға қолайлы болып келеді. Қуаттылық көрсеткіштерін жоғарылату үшін гранулотолдың құрамына алюминий ұнтағы қосылады. Оның жарылыстық сипаттамалары 3.2-кестеде келтірілген.

Алюмотол 85 % тротил және 15 % алюминий ұнтағынан тұратын түсі сұр түйіршіктелген ЖЗ. Оның жарылыс жылуы 5600 кДж/кг, түйіршіктерінің тығыздығы 1,5–1,7 г/см³. Алюмотол, гранулотол сияқты суға төзімді, тұрақтылығы жоғары әрі механикалық оқтауға жарамды қуатты ЖЗ (3.2-кесте). Сулы ұңғымалар мен ағын суларда қолдануға арналған. Оны қоздыру үшін қуатты аралық дүмпіткіштер қолданылады.

3.2-кесте

Суға төзімді жарылғыш заттардың жарылыстық сипаттамалары

Көрсеткіштері	Гранулотол	Алюмотол	Граммонит 50/50	Граммонит 30/70
Жарылыс жылуы, кДж/кг	$\frac{3450}{4100}$	$\frac{5200}{5600}$	3700	3450
Жұмыс істеуге қабілеттілігі, см ³	290	430	450	380
Газдар көлемі, л/кг	$\frac{750}{1945}$	$\frac{675}{815}$	870	800
Сулы кезіндегі ұсақтағыштығы, мм	32–34	Қопарылу	23–25	24–27
Критикалық диаметрі, мм	5–10	5–10	40–50	40–60
Болат құбырдағы дүмпу жылдамдығы, км/с	5,5–6,5	5,5–6,0	3,6–4,2	5,2–5,6
Үйінді тығыздығы, г/см ³	0,95–1,0	0,95–1,0	0,9–0,95	0,9–0,95
Оттегілік балансы, %	-74	-76,2	-27,2	-45,2

Ескерту. Бөлімнің үсті құрғақ, ал асты сулы күйінде.

Гранулотол және алюмотолдың жарылысы кезінде үлкен оқтамдарда

екінші реттік жарылыстар байқалады, негізгі жарылыс болып, одан бірнеше секундтан кейін қопарылған таужыныстарының арасынан кішігірім атылыстар болады. Оның күші жоғары болмайды, бірақ көміртегі тотығы, метан сияқты ыстық газдардың жарқ етіп бөлініп шығулары мүмкін. Бұл газдардың жануы бірнеше сағатқа созылуы мүмкін.

Гексоген $C_3H_6N_6O_6$ (*циклотриметилентринитрамин*) – азот қышқылымен бейтараптанған утрупин өнімі. Тығыздығы $1,8 \text{ г/см}^3$ және үйінді тығыздығы $1,1 \text{ г/см}^3$, ақ түсті кристалды ұнтақ. Еру температурасы – 203°C , суда ерімейді, улы, жоғары химиялық тұрақтылыққа ие. Гексогеннің таралуы – 200°C температурада басталады. Аз мөлшердегі гексоген жарылыссыз жанып кетуі мүмкін.

Гексогенді механикалық әсерлерге өте сезімтал болғандықтан, оны тек флегматталған түрінде қолданады, яғни оның кристалдарының сыртын 5% парафинмен жабады. Гексоген өте қуатты ЖЗ қатарына жатады. Қорғасын бомбасында жұмыс істеу қабілеттілігі 475 см^3 , ұсақтағыштығы (бризанттылығы) 25 г оқтамды аттырғанда 16 мм құрайды. Тығыздығы $1,7 \text{ г/см}^3$ болса, дүмпу жылдамдығы $8,4 \text{ км/с}$ болады, жарылыс жылуы 5450 кДж/кг .

Соңғы кездері гексогенді өнеркәсіптік жарылғыш заттарға сенсублизатор ретінде, қоздырғыш құралдарға екінші бастауыш ЖЗ, дүмпіткіш пілте мен аралық дүмпіткіштерді жасауға қолданады.

Нитроглицерин $C_3H_5(ONO_2)_3$ (*тринитроглицерин, глицеринтринитрат*) – тығыздығы $1,6 \text{ г/см}^3$, ауыр, майлы, түссіз сұйықтық. Техникалық нитроглицерин сары-қоңыр түсті болып келеді.

Нитроглицеринді, таза глицеринді күкірт және азот қышқылдарымен үш рет бейтараптау арқылы алады:



Сұйық нитроглицерин $+13,2^\circ\text{C}$ температурада, ал ЖЗ құрамында ол шамамен $+10^\circ\text{C}$ -та қатады. Сондықтан оны ЖЗ дайындағанда, нитроэфирлермен араластырады. Нитроглицериннің механикалық әсерлерге бейімділігі өте жоғары. Қатқан күйінде нитроглицериннің соққыға бейімділігі, сұйықпен салыстырғанда төмен.

Нитроглицерин қуатты ЖЗ, жарылыс жылуы 6040 кДж/кг , екі дүмпу жылдамдығына ие (2 және $7,6 \text{ км/с}$), қатты цилиндрдегі сынақ нәтижесі бойынша оның ұсақтағыштығы (бризанттылығы) $18,5 \text{ мм}$. Қорғасын бомбасындағы жұмыс істеу қабілеттілігі 550 см^3 . Нитроглицерин улы, ол адамның терісіне тисе, басты ауыртады. Бірақ нитроглицеринмен біраз уақыт жұмыс істегеннен кейін адамның бас аурулары кетеді.

Нитроглицоль $C_2H_4(ONO_2)_2$ қасиеті бойынша нитроглицеринге ұқсас, тығыздығы $1,5 \text{ г/см}^3$. Ол органикалық ерітінділерде жақсы ериді, оның ұшқыштығы нитроглицериндікіне қарағанда үш есе артық. Нитроглицольдің қату температурасы -20°C . Нитроглицеринмен қосылып, қату температурасы -17 -ден -23°C дейін сұйықтық құрайды.

Нитроглицоль орташа химиялық тұрақтылыққа ие, оның механикалық әсерлерге от алуға бейімділігі нитроглицеринмен салыстырғанда төмен.

Нитроглицериннің жарылыс жылуы 7120 кДж/кг, дүмпу жылдамдығы 7,4 км/с, қорғасын бомбасында жұмыс істеу қабілеттілігі 600 см³. Нитроглицеринмен жұмыс істеген кезде адам терісінің барлық жерлері жабық болуы керек, себебі ол өте улы ЖЗ.

Аммиакты-селитралы ЖЗ-дың басқа да жанғыш қоспалары. Жоғарыда айтылған негізгі жарылғыш компоненттерден басқа, аммиакты-селитралы ЖЗ құрамына – жанғыш элементтерге бай, жарылғыш емес органикалық жанғыш қоспалар кіреді. ЖЗ құрамына қатты жанғыш қоспалар ұнтақталған күйінде қосылады. Бұл қоспалар ЖЗ құрамына бірігу, қопсу қасиеттерін төмендетуге және жарылыс тиімділігін арттыру үшін қосылады: карбамид; соляр майы; алюминий ұнтағы; гидрофобты қоспалар; әртүрлі тұздар, т.б. Карбамид аммиакты селитрамен бірге (48:52) еру температурасы 48⁰С қоспа түзеді. Мұндай қоспаның тығыздығы 1,4–1,6 г/см³ дейін барады.

Карбамид жарылыс кезінде селитрамен реакцияға түсіп, 3200 кДж/кг жылу және 970 л/кг мөлшерде газ бөледі. Құрамында суы бар жарылғыш заттардың суын карбамидке ауыстырса, ол жарылыс жылуын 345–380 кДж/кг дейін жоғарылатады. Селитра мен карбамидтің қарапайым қоспалары диаметрі 40 мм-лі оқтамдарда дүмпіткіштерден 2,2–2,5 км/с жылдамдықпен қоза алады [1, 2].

Жарылғыш заттың құрамына оның жарылғыштық қасиеттерін жоғарылату үшін соляр майы да қосылады. Мысалы, зауыттық жағдайда жасалған гранулиттердің құрамына қосылған соляр майы жарылғыш заттың құрамында жақсы сақталады.

Металл түріндегі жанғыш қоспа ретінде алюминий ұнтақтары қолданылады. Ол өз кезегінде жарылыс жылуын және жарылғыш зат қуатының көлемдік концентрациясын жоғарылатады.

Сонымен қатар, жарылғыш зат құрамына жетіспей тұрған алюминийді, құрамында кремний, ферросилиций және силикокальций бар ферро ерітінділерімен толықтыруға болады. Ферросилицийдің құрамында кремний (20–80%), алюминий (1–3%), хром (0,2–0,4%) және марганец (0,2–0,6%), ал силикокальцийдің құрамында кальций (10–30%), алюминий (1–2%), темір (6–25%) болады.

Суға төзімді жарылғыш заттардың құрамына жанғыштық қасиетін жоғарылату үшін гидрофобты қоспалар (парафин, асфальтит, кальций стеараты, т.б.) қосылады.

Құрамында су бар жарылғыш заттар мен карбонаттардың құрамындағы аммиакты селитра ерітіндісін қоюлату үшін карбоксилметил-целлюлозаның (КМЦ) натрийді тұзын қолданады. Соның арқасында селитра ерітіндісі жабысқақтық қасиетке ие болып, оның шпур мен ұңғымалардан қайта ағып кетуі тоқтайды.

3.3. Ашық және жерасты тау-кен жұмыстарына арналған, құрамында жарылғыш компоненттері жоқ жарылғыш заттар

Динамондар – құрамына тротил қосылмайтын, екі компонентті

ұнтақталған ЖЗ. Динамондар құрамына жанғыш қоспа ретінде торф, ағаш ұнтағы, мақта қалдықтары, т.б. заттар қосылады. Динамонның негізгі кемшіліктері – оқтау кезінде қабатталып қалуы және ылғалтартқыштығы. Ол соңғы кездерде тиімділігінің төмендігіне байланысты көп қолданылмайды.

Игданит – 94 % түйіршіктелген аммиакты селитра мен 6 % соляр майынан тұратын ЖЗ. Игданиттің құрамы қарапайым болғандықтан, оны өндіріс орнында жасай беруге болады. Ол құрғақ забойларда немесе құрғақ ұңғымаларда қолдануға арналған. Оның құрамындағы дизель майының мөлшері 6 % асса, дүмпуге бейімділігі күрт төмендейді және оны қоздыру қиын болады. Игданитті әртүрлі әдіспен дайындауға болады: жарылыс орындалатын жерде селитра салынған қапқа немесе оқшанға соляр майын құйып оқтау; араластырғыш қондырғыда дайындау және оқтау; стационарлы пункттерде дайындау және көліктермен тасымалдау, т.б. Игданит қолдануға қауіпсіз, бағасы арзан, әрі механикалық оқтауға қолайлы [1, 2].

Игданиттің кемшіліктері: тек құрғақ ұңғымаларда қолданылуы; ұзақ уақыт (5–6 сағат) оқтаған кезде, соляр майының ағып кетуіне байланысты жарылғыштық қасиетінің төмендеуі; бекем таужыныстарында қолданғанда қопарғыштық қасиеті төмендейді. Игданиттерді ірі карьерлерде механикалық оқтауға байланысты түйіршіктелген тротил мен эмульсиялы ЖЗ қолдану көлемін азайтуға, жарылыс жұмыстарының бағасын төмендетуге болады.

Игданиттің құрамына, соляр майына 0,05–2% аэросилді араластырып қосса, майдың ағып кету қасиеті төмендеп, 3–5 тәулікке дейін қолдана беруге болады. Қазіргі кезде кеуек түйіршіктелген селитралар шыға бастады. Олардың артықшылығы құрамындағы соляр майын ұзақ уақытқа дейін ұстап тұра алады. Мұндай жарылғыш заттарды ашық карьерлерде де, жерасты жағдайында да қолдана беруге болады.

Гранулиттер – түйіршіктері минералды маймен майланып, жанғыш қоспа жағылған аммиакты селитрадан тұратын, зауытта дайындалатын тротилсіз ЖЗ (3.3-кесте). Гранулиттер игданитке қарағанда, қуатты болып келеді, себебі түйіршіктерінде жанғыш қоспалар жақсы сақталады. Оны қолмен және механикалық әдістермен оқтауға болады.

Гранулиттердің механикалық әсерге сезімталдығы төмен, 3 % ылғалды кезінде қоздырылуы мүмкін және сусымалы болып келеді. Гранулиттердің суға төзімділігі төмен болғандықтан, оны сулы ұңғымаларда қолданған тиімсіз. АС-8 және АС-8В маркалы гранулиттер қуатты болып келеді және оларды бекем таужыныстарына құрғақ немесе ылғал забойда қолдануға болады. АС-4В, АС-8В суға төзімді гранулиттердің түйіршіктері гидрофобты заттар қабатымен қапталады. Алюминий бөлшектері сол қабатқа жақсы жабысады, соның арқасында оның тұрақтылығы жоғарылайды. Гранулиттердің М, С-6М және С-2 маркалары құрғақ забойларда орта бекемдіктегі таужыныстарын қопаруға қолданылады.

Қарапайым ЖЗ оқтамдарын дүмпіту үшін аммонит 6ЖВ оқшандарын немесе тығыздалған тротил шашкасын қолдану керек [1, 2].

Механикалық пневмооқтау кезінде барлық қарапайым ЖЗ 1,1–1,15 г/см³ дейін тығыздалады. Олардың оттегілік балансы нөлге жақын және

оларды ашық, жерасты жағдайларында да қолдана беруге болады. Гранулиттерді жерасты жағдайында қолданғанда, оқтар алдында шаңын басып, статикалық электрленуге қарсы ылғалдайды.

3.3-кесте

Құрамында жарылғыш компоненттері жоқ түйіршіктелген жарылғыш заттардың сипаттамалары

Көрсеткіштері	Гранулиттер					Игданит 94/6
	АС-4 АС-4В	АС-8 АС-8В	С-6М	М	С-2	
Құрамы, %:						
түйіршіктелген аммиакты селитра	92	90	94	95	95	94
соляр майы	4	2	6	5	5	6
алюминий ұнтағы	4	8	–	–	–	–
Жарылғыштық сипаттамалары:						
жарылыс жылуы, кДж/кг	4500	5200	3850	3850	3900	3800
газдар көлемі, л/кг	907	847	980	980	850	990
болат сақинадағы бризанттылығы, мм	22–24	24–28	18–22	18–22	14–16	15–20
дүмпу жылдамдығы, км/с	2,6–3,2	3,0–3,6	2,5–3,6	2,5–3,6	2,0–2,6	2,2–2,7
үйінді тығыздығы, г/см ³	0,8–0,85	0,95	0,95	0,95	0,85	0,85
оттегілік балансы, %	+0,41	+0,34	–1,3	+0,14	+0,06	+0,12

3.4. Ашық және жерасты тау-кен жұмыстарына арналған түйіршіктелген тротилді жарылғыш заттар

Граммониттер. Өндірісте граммониттің мына түрлерін шығарады: гранулит 50/50 (тек ашық тау-кен жұмыстарына арналған); 79/21 және 82/18 (ашық және жерасты тау-кен жұмыстарына арналған). Бөлімнің жоғарысы – селитраның пайыздық құрамын, төмені – тротилдің мөлшерін білдіреді. Граммониттердің сипаттамалары 3.4-кестеде келтірілген [1, 2].

Граммониттер гранулотолмен бірге жақсы сусымалы болып келеді. Олар шаң шығармайды, бірікпейді және механикалық оқтауға жарамды. Граммонит оқтамдарын 6ЖВ аммонит оқшаны сияқты аралық дүмпіткіштермен қоздыруға болады.

50/50 граммонитті ағынсыз сулы ұңғымаларда, егер су бағанының биіктігі оқтам ұзындығының 1/3 бөлігіне тең болса ғана қолданады. Ол суда алты тәулікке дейін өз қасиеттерін жоймайды. Мұндай жарылғыш заттарды сулы ұңғымаларда қолданғанда құрамындағы селитра еріп, жарылғыш заттың тығыздығы жоғарылайды. Ол оның дүмпу жылдамдығының жоғарылауына (5,0–5,5 км/с) әсерін тигізеді.

79/21 граммониті құрамы бойынша 6ЖВ аммонитімен бірдей, оттегілік балансы нөлге тең және жерасты жағдайында қолдануға болады. Соңғы жылдары граммонит құрамындағы тротилді үнемдеу үшін 82/18

граммониттері шығарыла бастады. 79/21 граммониті жақсы сусымалы механикалық қоспа болып табылады. 79/21 және 82/18 граммониттерінің құрамына қабықша тәрізді (чешуйчатый) тротил қосылады. Оны механикалық жолмен оқтаған кезде үлкен көлемде қауіпті шаң бөлінеді. Сондықтан оны оқтар алдында 3–6% сумен ылғалдайды. Оларды ылғалдаған кезде оқталу тығыздығы жоғарылайды, бірақ керісінше, дүмпуге қабілеттілігі төмендеп кетеді. Мұндай жарылғыш заттарды жерүсті жағдайында, құрғақ ұңғымаларда қолданады.

3.4-кесте

Граммониттердің сипаттамалары

Көрсеткіштері	Граммониттер		Ақванал
	50/50	79/21	AP3-8H
Құрамы, %:			
суға төзімді, түйіршіктелген аммиакты селитра	50	79	–
түйіршіктелген немесе қабыршақты тротил	50	21	–
Жарылыс сипаттамалары:			
жарылыс жылуы, кДж/кг	4250	4300	5230
газдар көлемі, л/кг	1070	895	850
жұмыс істеу қабілеттілігі, см ³	325	360	340
болат қабықшадағы бризанттылығы, мм	24–27	22–28	20–25
критикалық диаметрі, мм	40–60	40–60	70–100
дүмпу жылдамдығы, км/с	5,0–5,5	3,5–4,2	3,0–3,6
тығыздығы, г/см ³	0,95	0,9–1,0	0,85
оттегілік балансы	35,0	+0,02	–3,3

Граммоналдар – аммиакты селитра мен тротилде ерітілген алюминий қоспаларының түйіршіктелген түрі. Бұл ЖЗ екі сорты ашық жұмыстарға арналып шығарылған: А-45, А-50 және бір сорты жерасты тау-кен жұмыстарына арналған А-8.

Граммонал А-45 құрамында 45 % тротил, 15 % алюминий ұнтағы және 40 % селитра болады. Түйіршіктерінің өлшемдері 5–7 мм, ақшыл-сұр түсті, механикалық оқтауға жарамды ЖЗ.

Граммонал А-50 құрамында алюминий ұнтағы 3 % дейін төмендетіліп, тротил 50 % дейін көбейтілген. Қалған қасиеттері граммонал А-45 ұқсас болады.

Граммонал А-8 – бір-бірімен бірікпейтін, қуатты түйіршіктелген, жерасты тау-кен жұмыстарына арналған ЖЗ. Құрғақ күйінде дүмпіткіштен оңай қоздырылады, ал ылғал болса, аралық дүмпіткіш қолдану керек. Граммоналдар қазіргі кезде шығарылмайды. Соңғы уақыттары тығыздығы төмен түйіршікті полистирол негізіндегі, түйіршіктері ыстық аммиакты селитра және тротил шаңын сіңірген ЖЗ дайындалуда. Мұндай ЖЗ оқтам тығыздығы 0,2-ден 0,9 г/см³ дейін, дүмпу жылдамдығы 1,7–2,5 км/с аралығында өзгереді және негізінен таужыныстарын лақтыру үшін жарылыс жұмыстарына қолданылады.

3.5. Жерасты тау-кен жұмыстарына арналған ұнтақталған және тығыздалған жарылғыш заттар

Аммониттерді кристалды аммиакты селитра (79–85%), ұнтақталған тротил (5–21%), т.б. қоспалардан жасайды. Оларды диаметрі әртүрлі оқшандарда немесе салмағы 40 кг қаптарда шығарады [1, 2, 20].

Тротилді, аммониттер құрамына ЖЗ қуатын және сезімталдығын жоғарылатуға, жанғыш қоспаларды құрылымын жақсартуға, нөлдік оттегілік баланс алуға қосады. Аммониттердің түсі құрамына қосылатын қоспаларға байланысты ақ, сары және сұр болып келеді.

Аммониттер – химиялық тұрақты зат. Аммониттерді ылғалдан қорғау үшін оның қаптарын петролатумды парафин ерітіндісімен қаптайды. ЖВ маркалы аммиакты селитра қосылып, қаптары полиэтиленмен қапталғандықтан, олар суға төзімді болып келеді.

Үйінді тығыздығы 1 г/см^3 -тан аз және су тартпайтындығына байланысты ұнтақталған аммониттер суға батпайды, сондықтан оны сулы ұңғымаларда қолданған тиімсіз. Аммониттердің үйінді тығыздығы $0,8\text{--}0,9 \text{ г/см}^3$. Оқшандалған аммониттердің тығыздығы $1,0\text{--}1,15 \text{ г/см}^3$ дейін барады. Тығыздалған аммониттер оқтау кезінде өз пішінін өзгертпейді, ол ЖЗ пайдалану жағдайын төмендетеді. Себебі, шпур немесе ұңғымаларға оқтаған кезде ашық қуыстар көп қалып, оқтау тығыздығын өзгертеді. Ашық ауада аммониттер жарылыссыз жанып кетеді. 3.5-кестеде аммониттердің негізгі жарылыстық қасиеттері келтірілген.

Аммонит 6ЖВ 79 % аммиакты селитра мен 21 % тротилден құралған, оттегілік балансы нөлге тең, сусымалылығы төмен ЖЗ. Олар оқшандалған түрде немесе қағаз қаптарда шығарылады. Оны механикалық оқтаған тиімсіз.

Аммонит 6ЖВ бекемдігі орташа және орташадан жоғары таужыныстарында, құрғақ немесе ылғал шпур мен ұңғымаларда, қоздырғыш оқшандар ретінде қолданылады.

№1 Скальды аммонит 24 % гексоген және 5 % алюминий қосылған аммонит. Ол тығыздалған күйінде (тығыздығы $1,4\text{--}1,58 \text{ г/см}^3$) шығарылады, суға төзімді, сулы және ағын сулы таужыныстарында қолдануға болады. Сезімталдығы жоғары, басқа аммониттерге қарағанда улы газдарды аз бөледі.

№1 Скальды аммонитті шахта оқпандарын, өрлемелер мен жазық қазбаларды бекем таужыныстарында қазғанда қолданған тиімді.

Детонит М – аз дәрежеде шаңданатын, ұнтақталған, түсі сұр ЖЗ. Құрамында 78 % селитра, 10 % нитроэфир, 10 % алюминий ұнтағы, 0,3 % мақта ұнтағы, 0,2 % сода және машина майы болады. Ол тұрақтылығы және дүмпу қабілеттілігі жоғары, бірікпейтін, химиялық тұрақты ЖЗ. Оны жерасты тау-кен жұмыстарында қатты таужыныстарын қопарғанда қолданған дұрыс. Детонит М-нің құрамында нитроэфир болғандықтан адамның ашық терісіне тиетін болса, бас ауыруын тудыруы мүмкін. Сондықтан мұндай жарылғыш затпен жұмыс істеген кезде тері қолқап кию керек [1, 2, 20].

Қауіпсіз шахталарда, жерасты жағдайында қолдануға арналған ұнтақталған және тығыздалған жарылғыш заттардың жарылыстық қасиеттері мен сипаттамалары

ЖЗ атаулары	Оттегілік балансы, %	Жарылыс жылуы, кДж/кг	Газдар көлемі, л/кг	Тығыздығы, г/см ³	Критикалық диаметрі, мм	Қорғасын бомбасындағы жұмыс қабілеттілігі, см ³	Бризанттылығы, мм
Аммонит 6ЖВ	-0,53	4300	895	1,0-1,2	10-13	360-380	14-16
Аммонал М-10	-0,5	5600	860	0,95-1,2	-	-	-
Суға төзімді аммонал	+0,18	4950	845	0,95-1,1	12-14	400-430	16-19
№1 скальды тығыздалған аммонал	-0,79	5400	830	1,4-1,6	6-7	450-480	23-27
Детонит М	+0,18	5800	832	1,0-1,3	8-10	450-500	17-22
Аммонал М-10	0,78	4950	810	1,0-1,15	8-10	450-470	18-20

3.5-кестенің жалғасы

ЖЗ атаулары	Дүмпу жылдамдығы, км/с	Келесі оқшан диаметрлеріндегі (мм) оқшан аралық дүмпу беруге қабілеті (см)			
		32	36	32	36
		күрғақ күйінде		бір сағат суға салынған күйінде	
Аммонит 6ЖВ	3,6-4,8	5-9	7-12	3-6	4-10
Суға төзімді аммонал	4,0-4,5	3-7	4-9	3-6	4-5
№1 скальды тығыздалған аммонал	6,0-6,5	-	10-12*	-	5-8*
Детонит М	4,9-5,3	8-22	-	6-15	-
Аммонал М-10	4,0-4,5	8-12	10-14	8-10	10-12

Ескерту. * - диаметрі 45 мм оқшандардағы.

3.6. Құрамында суы бар жарылғыш заттардың қасиеттері

Құрамында суы бар жарылғыш заттар:

- жоғары оқталу тығыздығын қамтамасыз ететін тығыз және жылжымалы;
- суға төзімді және дүмпу жылдамдығы жоғары;
- сыртқы әсерге сезімталдығы төмен, соған байланысты жұмыс істеу қауіпсіз қасиеттерімен сипатталады.

Құрамында суы бар жарылғыш заттардың тығыздығы, жылжымалылығы мен суға төзімділігі құрамына және жасалу технологиясына байланысты болады. Мұндай жарылғыш заттар құрамындағы қоюлатқыш қоспаның мөлшері мен сапасына байланысты әртүрлі консистенцияға ие болуы мүмкін [1, 2, 20].

Осындай құрамдағы жарылғыш заттардың күшінің жоғарылығы бөлінетін қуатының көлемділігі мен жылдамдығына байланысты. Олардың тығыздығының жоғары болғандығы, қуат концентрациясын жоғарылатуға ықпал етеді.

Құрамында суы бар жарылғыш заттар температураның өзгеруіне байланысты тығыздығы мен аққыштығын өзгерте алады. Температура төмендеген кезде олар қатады, ал жоғарыласа жұмсарып, таралады. Гель тәрізді аквотолдардың сулы ұнғымаларда шыдап тұру уақыты 30 тәулікке дейін жетеді, ал ағын суларда 6 тәулік. Төмен температурада қолдану үшін гель тәрізді аквотолдардың құрамына антифриз қосады. Ол оның қату температурасын -25°C дейін төмендетеді.

Аквотолдардың негізгі кемшіліктері: ұнғымаға орналастырған кезде, жарықшақтардың бойымен ағып кетуі; оқтамның қабаттарға бөлініп қалуы. Бұл өз кезегінде жарылыстың сапасын төмендетіп, артық шығын жұмсауға алып келеді.

Ифзаниллер. Жарылғыш заттың бұл түрін гранулотол мен түйіршіктелген селитраға қоюлатылған КМЦ қосып, механикалық жолмен араластырып дайындайды. Мұны дайындаған кезде бірінші 1:2 қатынаста гранулотол мен селитраны жіберіп, содан кейін 1:1,5 қатынаста ерітінді мен қатты қоспа жіберіледі. Мұның барлығы жинағыш-мөлшерлегішке келіп түседі, сығылған ауаның көмегімен шланга арқылы ұнғымаға беріледі.

Тау-кен өнеркәсібінде ифзаниллердің үш: Т-20, Т-60, Т-80 түрлері қолданылады. Жарылғыш зат маркасындағы сандар, дайын ифзаниллердің температурасын білдіреді. Ал құрамы бойынша олар бірдей – 40% түйіршіктелген селитра, 40% селитраның концентрацияланған ерітіндісі және 20% түйіршікті немесе қабықша тәрізді тротил. Ифзаниллерді бекем және өте бекем таужыныстарында қолданады.

Ыстықтай құйылған (горячельющиеся) құрамында суы бар жарылғыш заттар. Мұндай жарылғыш затты дайындаған кезде қосылатын селитраның барлық мөлшері ыстық (90°C), тығыздығы $1,4 \text{ г/см}^3$ жоғары концентрациялы ерітіндіге айналдырады. Сөйтіп оны арнайы оқтау машинасына құйып қопаратын жерге жеткізеді. Ал гранулотолды жеке оқтау

машинасында алып келіп, араластырғыш қондырғыға жіберіп, екі қоспаны сол жерде араластырады да, ұңғымаға жібереді. Гранулотол араласқаннан кейін қоспаның температурасы 75–80⁰С дейін төмендейді. Егер ол температура 25–30⁰С дейін төмендейтін болса, оқтам кристалданып қатып қалады. Мұндай жарылғыш заттардың құрамына қуатын жоғарылату үшін алюмотол қосады. Ыстықтай құйылған (горячельющиеся) құрамында суы бар жарылғыш заттарды бекем таужыныстарын қопаруға, құрғақ және өте сулы емес ұңғымаларда қолданған тиімді.

Карбатолдар. Бұл жарылғыш затты аммиакты селитра мен карбамидтің ерітілген түрінен, құрамына аз мөлшерде (10–15%) гранулотол мен алюминий қосу арқылы дайындайды. Жарылғыш заттың мұндай түрі ағын сулы ұңғымаларда өзінің қасиеттерін сақтай отырып, 20 тәулікке дейін шыдап тұра алады. Карбатол оқтамдарының тығыздығы 1,5–1,64 г/см³ дейін жетеді. Оларды дүмпіткіш-шашкалармен қоздыруға болады.

Сонымен қатар тау-кен өнеркәсібінде тура қолданылатын жерде дайындауға болатын эмульсиялы жарылғыш заттар да қолданылады. Мұндай жарылғыш заттардың қатарына ГЛТ-20В тура эмульсиясын және порэммиттің кері эмульсиясын жатқызуға болады. Жарылғыш заттардың бұл түрі де негізінен селитраның ыстық ерітінділерінен және оған тротил қосу арқылы жасалады. Мұндай жарылғыш заттардың оқталу тығыздығы 1,25–1,3 г/см³, дүмпу жылдамдығы 3,5–4,5 км/с дейін жетеді. Оларды таужыныстарының бекемдік коэффициенті $f \leq 12$ болғанда қолданған тиімді.

3.7. Жербетіндегі жарылыстарда қолданылатын оқдәрі және оксиликвиттер

Түтінсіз оқ-дәрілер – карьерлердегі жарылыс жұмыстарында қолданылады. Түтінсіз оқ-дәрілер өнеркәсіптік дүмпіткіштерден қоздырыла алмайды, оларды қоздыру үшін аралық дүмпіткіштерді қолданған жөн.

Химиялық құрамы бойынша олар:

- ұшқыш ерітінділер (спиртті-эфирлі қоспа, ацетон, т.б.) жасалған пироксилинді оқ-дәрілер;

- балистті нитроглицеринді оқ-дәрілер (нитроэфирлі қоспалармен жасалған) түрлеріне бөлінеді.

Пироксилинді 6,3 км/с жылдамдықпен дүмпіткенде 4190 кДж/кг жылу, 900 л/кг газ бөлінеді. Түтінсіз оқдәрілердің тығыздығы 1,5–1,6 г/см³.

Түтінсіз оқ-дәрілердің соққыға және үйкеліске сезімталдығы төмен. Оқ-дәрімен жұмыс істеген кезде оны электрленуден қорғау үшін барлық жабдықтарды сумен шайып отыру керек [1, 2, 20].

Түтінсіз оқ-дәрі негізінде 2%-ті минерал майын қосу арқылы басқа құрам жасалған (электрленуі мен от алуға бейімділігі төмендетілген), ол – *гранипор* деп аталады. Бұл ЖЗ суға төзімді әрі сулы ұңғымаларда қолдануға арналған.

Түтінді оқ-дәрі құрамы 75 % калийлі селитра, 15 % ағаш ұнтағы мен 10% күкірттен тұрады. Түтінді оқ-дәрілер түйіршікті болып келеді. Ірі

түйіршікті оқдәрінің өлшемдері 3–8,5 мм, ұсағы 1,5–3 мм болады. Түйіршіктерінің тығыздығы 1,6–1,75 г/см³, үйінді тығыздығы 0,9–1,0 г/см³. Түтінді оқ-дәрі ұшқын мен үйкеліске өте сезімтал. Шпур немесе ұңғымада түтінді оқ-дәрі 400 м/с жылдамдықпен жанады. Оқ-дәрі жанған кезде қысым біртіндеп өсетіндіктен, қоршаған таужыныстарын қопарып, лақтыруға бейім келеді.

Оксиликвиттер ұнтақталған көміртегі материалдарына сұйық оттегі сіңіріліп, бетіне көмір шаңы жағылып жасалады. Оқшандағы сұйық оттегінің қарқынды булануына байланысты, оксиликвиттер жарылғыштық қасиетін жылдам өзгертеді. Оксиликвиттер электр разрядына, отқа өте сезімтал. Оксиликвиттер қазіргі кезде тау-кен саласында қолданылмайды. Ашық және жерасты тау-кен ісінде ЖЗ қолдану аймақтары 3.6, 3.7-кестелерде келтірілген.

3.6-кесте

Сақтандырылмайтын ЖЗ жер бетіндегі жарылыстарда қолдану аймағы

Қолдану жағдайы	Әлсіз таужыныстарында	Орташа бекемдіктегі таужыныстарында	Бекем таужыныстарында
1	2	3	4
Құрғақ ұңғымаларда	Гранулит М Игданит Граммонит 79/21 Аквотолдар Ифзанииттер Карботол 15Т	Аквотолдар Ифзанииттер Карботол 15Т Граммонит 79/21 Гранулит АС-4, М Игданит	Аквотолдар Карботол ГЛ-10В Граммонит 79/21 Гранулит АС-4
Ағын сусыз сулы ұңғымаларда	Граммонит 50/50 Ифзаниит Карботол 15Т Гранулотол	Аквотолдар Ифзанииттер Карботол 15Т Граммонит 50/50 Гранулотол	Аквотолдар Ифзанииттер Карботол ГЛ-10В Граммонит 50/50 Гранулотол
Ағын сулы ұңғымаларда	Аквотолдар Граммонит 50/50 Гранулотол, ЭЖЗ	Аквотолдар Ифзанииттер Карботол ГЛ-10В Граммонит 50/50 Гранулотол Алюмотол	Аквотол Алюмотол Гранулотол Граммонит 50/50 ЭЖЗ
Құрғақ забойдағы шпурларда	Игданит Гранулит М Гранулит АС-4	Граммонит 79/21 Гранулит АС-4, М Игданит	Граммонит 79/21 Гранулит АС-4, М Игданит
Сулы забойдағы шпурларда	Аммонит 6ЖВ (оқшандалған)	Аммонит 6ЖВ (оқшандалған)	Аммонит 6ЖВ (оқшандалған)

Газ және шаңнан қауіпсіз шахта мен кеніштерде ЖЗ қолдану аймағы

Оқтамды орналастыру жағдайы	Таужыныстарының бекемдік коэффициенті	Жарылғыш заттар	Оқшан диаметрі, мм
Тазарту жұмыстарындағы құрғақ ұңғымаларда	12	Гранулит М Игданит Гранулит АС-4 Гранулит АС-4В Граммонит 79/21 Аммонит 6ЖВ Гранулит АС-8В	32–90
Қазбалық жұмыстардағы құрғақ шпурларда	12	Гранулит М Аммонит 6ЖВ Гранулит АС-4 Гранулит АС-4В Гранулит АС-8В Детонит М Скальды аммонал М-10	40–100 32 40–100 28–36 36–45
Тазарту жұмыстарындағы сулы ұңғымаларда	12	Аммонит 6ЖВ (полиэтилен қаптағы) Скальды аммонал М-10 (полиэтилен қаптағы)	60–90 60–90
Қазбалық жұмыстардағы сулы шпурларда	12	Аммонит 6ЖВ (полиэтилен қаптағы) Аммонал-200 Детонит М №1 Скальды аммонал Скальды аммонал М-10 (полиэтилен қаптағы)	32 28–32 36–45 45

3.8. Сақтандырғыш жарылғыш заттардың жалпы сипаттамасы

III класты сақтандырғыш ЖЗ үш [1, 2, 15, 20]:

- қуатты сақтандырғыш ЖЗ (аммонит АП-5ЖВ);
- күкірт шаңының жарылыс қаупі бар сұр және колчеданды шахталарға арналған ЖЗ (аммонит 1ЖВ);
- бензин буына қауіпті мұнай шахталарына арналған ЖЗ (аммонит 3ЖВ) топқа бөлінеді.

III класты сақтандырғыш ЖЗ сипаттамалары 3.8-кестеде келтірілген.

IV класты сақтандырғыш ЖЗ екі типте шығарылады – аммонит ПЖВ-20 және құрамындағы тротилі 3 % жоғарылатылған Т-19 (3.9-кесте).

III класы сақтандырғыш ЖЗ-дың сипаттамалары

Компоненттері және көрсеткіштері	Аммониттер		
	АП-5ЖВ	Күкіртті 1ЖВ	Мұнайлы 3ЖВ
Құрамы, %:			
нитроэфирлер	–	5	9
аммиакты селитра	70	52	52
тротил	18	11	7
хлорлы натрий	12	–	30
хлорлы аммоний	–	30	–
ағаш ұнтағы	–	1,5	–
кальций стераты	–	–	1,5
коллоидті мақта	–	–	0,15
сода	–	0,2	0,2
Жарылыс сипаттамалары:			
жарылыс жылуы, кДж/кг	3860	2020	3110
дүмпу жылдамдығы, км/с	3,6–4,6	2,5–3,0	2,8–3,2
дүмпу беруге қабілеттілігі, см	8–10	8–10	6–12
жұмыс істеуге қабілеттілігі, см ³	320–330	200–220	230–240

IV класы сақтандырғыш ЖЗ-дың сипаттамалары

Компоненттері және көрсеткіштері	ПЖВ-20	Т-19
Құрамы, %:		
аммиакты селитра (фуксин қосылған)	64	61
тротил	16	19
хлорлы натрий	20	20
Жарылыс сипаттамалары:		
жарылыс жылуы, кДж/кг	3400	3380
дүмпу жылдамдығы, км/с	3,5–4,0	3,6–4,3
дүмпу беруге қабілеттілігі, см	7–10	8–12
жұмыс істеуге қабілеттілігі, см ³	265–280	270–280

V класы сақтандырғыш ЖЗ-ды көмірді аттыруға қолданылады. Бұл класқа 13П, 13П1, Э-6 углениттері жатады (3.10-кесте).

V класы сақтандырғыш ЖЗ сипаттамалары

Компоненттері және көрсеткіштері	Углениттер	
	Э-6	13П, 13П1
1	2	3
Құрамы, %:		
нитроэфирлер	14	10
аммиакты селитра	–	14
натрийлі селитра	46	–
хлорлы аммоний	30	–
хлорлы натрий	7	75
ағаш ұнтағы	2,5	1,0
кальций стераты	1,0	–

1	2	3
коллоидті мақта	0,2	0,15
сода	0,2	0,2
Жарылыс сипаттамалары:		
жарылыс жылуы, кДж/кг	2680	1300
дүмпу жылдамдығы, км/с	2,0	1,8
жарылғандағы газ көлемі, л/кг	560	216
дүмпу беруге қабілеттілігі, см	5	3
жұмыс істеуге қабілеттілігі, см ³	130	50

Сонымен қатар, VI класты жоғары сақтандырылған ЖЗ кездеседі. Олар ерекше қауіпті жағдайларда жарылыс жұмыстарын жүргізуге арналған.

Сақтандырғыш жарылғыш заттарға қойылатын негізгі талаптардың бірі – жарылыс жылуын 3750 кДж/кг дейін шектеу. Егер жарылыс жылуы жоғарыда келтірілген көрсеткіштен артып кететін болса, жарылыстан бөлінетін газдардың температурасы жоғарылайды. Ол метан газының атылып кетуіне жол беруі мүмкін [15].

Жарылыс жылуын төмендету үшін сақтандырғыш жарылғыш заттардың құрамына инертті қоспалар, яғни жалын сөндіргіштер (KCl, NaCl, Na₂CO₃, т.б.) қосады. Олар реакция кезінде өздерін жылыту үшін жылу сорып жарылыс температурасын төмендетеді. Инертті қоспаларды түйіршікті түрінде қосқан дұрыс, себебі ұнтақ түрінде олар жарылғыш заттың дүмпуге қабілеттілігін төмендетіп жіберуі мүмкін.

Сақтандырғыш жарылғыш заттардың қолданылу аймағы *3.1-бөлімде* келтірілген.

3.9. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың тиімділігін, сапасын бағалау әдістері

3.9.1. Жарылыс кезіндегі қуаттың жұмысы мен балансы туралы жалпы ережелер

Жарылғыш зат оқтамының жұмысы бір жағынан пайдалы, яғни үлкен қуат көзін бөлу, екінші жағынан қоршаған таужынысының массивіне сейсмикалық және ауалы соққы толқындарымен кері әсерін тигізеді. Жарылыстың жағдайы мен жұмысының мақсатына байланысты, оның пайдалы әсер коэффициенті ауысып отырады. Қатты және бекем таужыныстарында жарылыстың қопарғыштық жұмысы үлкен мәнге ие, ал орнықсыз бос таужыныстарында атқылама және лақтыруға арналған жарылыстар маңызды болып келеді [2, 20].

Таужыныстарын қопару, орнын ауыстыру, сейсмикалық және ауа толқындарын жасауға, таужынысы мен ауаны қыздыруға жұмсалатын жарылыс қуаты, жарылыстың толық жұмысын сипаттайды.

Жарылыс жұмысы жарылыс кезінде бөлінетін жылудың арқасында

орындалады:

$$E = E_y Q; \quad (3.1)$$

мұндағы E – жарылыстың жалпы қуаты, кДж;

E_y – жарылыстың меншікті жылуы, кДж/кг;

Q – оқтам массасы, кг.

Таужынысын қопару және орнын ауыстыру үшін орындалатын жарылыс жұмысын – жарылыстың пайдалы жұмысы деп атайды. Жарылыстың пайдалы жұмысы $A_{\text{п}}$ келесі теңдеумен анықталады:

$$\dot{A}_i = \dot{A} \eta_a; \quad (3.2)$$

мұндағы η_a – жарылыстың пайдалы әсер коэффициенті.

Жарылыстың пайдалы әсер коэффициентінің мәні қуаттың бөлінуі бойынша 0,7–0,8-ге дейін жетеді, бірақ жұмыстың кейбір түрлері өзгеруі мүмкін. Мысалы, жарылыс массивтің жоғары жағында орындалса, онда жұмыс толық бұрынғысынша қала береді. Таужыныстарын қопару жұмысы кезінде массивтегі сейсмикалық толқындар төмендеп, ауалық толқын жұмыстары жоғарылайды.

Жарылыс кезінде газдың барлық ішкі қуаты механикалық жұмысқа айналатындай болса, онда жұмыс максимальды мәнге ие болады және мұны – жарылыстың идеальды жұмысы деп атайды.

Белгілі бір жарылыс кезінде әртүрлі жарылғыш заттардың пайдалы әсер коэффициенті шамамен бірдей деп қабылдасақ, оларды жарылыс жылуының тиімділігі бойынша салыстыруға болады. Сондықтан, $A_{\text{п}} \approx Q$ деп болжауға болады [2, 20].

Жарылыс газдарының кеңеюін адиабаттық заң бойынша атмосфералық қысым $P_2 = 10^5$ Па дейін деп қарастырсақ, $A_{\text{п}}$ келесі жолмен анықтауға болады:

$$\dot{A}_i = \dot{A}_0 \left[1 - \left(\frac{\partial_2}{\partial_1} \right)^{\frac{\hat{e}-1}{\hat{e}}} \right] = \dot{A}_0 - \dot{A}_i; \quad (3.3)$$

мұндағы p_1 – жарылыс газдарының бастапқы қысымы, Па;

κ – адиабат көрсеткіші, $\hat{e} = \frac{\tilde{n}_\delta}{\tilde{n}_v}$ (c_p және c_v – тұрақты қысым және көлем

кезіндегі газдардың жылу сыйымдылықтары, $\frac{\hat{e}\ddot{A}\alpha / \hat{e}\tilde{a}}{\hat{e}\tilde{a} \cdot \tilde{N}}$).

$E_{\text{п}}$ шамасы, (кДж) жоғалған жылуды білдіреді. Ол, процестің бір қалыпты жүруі кезінде де, яғни атмосфералық қысымға дейін кеңеюі кезінде жарылыс өнімінің ішінде қала береді. Егер жарылыс сығылуға кедергісі p_p бар тегіс ортада жүретін болса, онда:

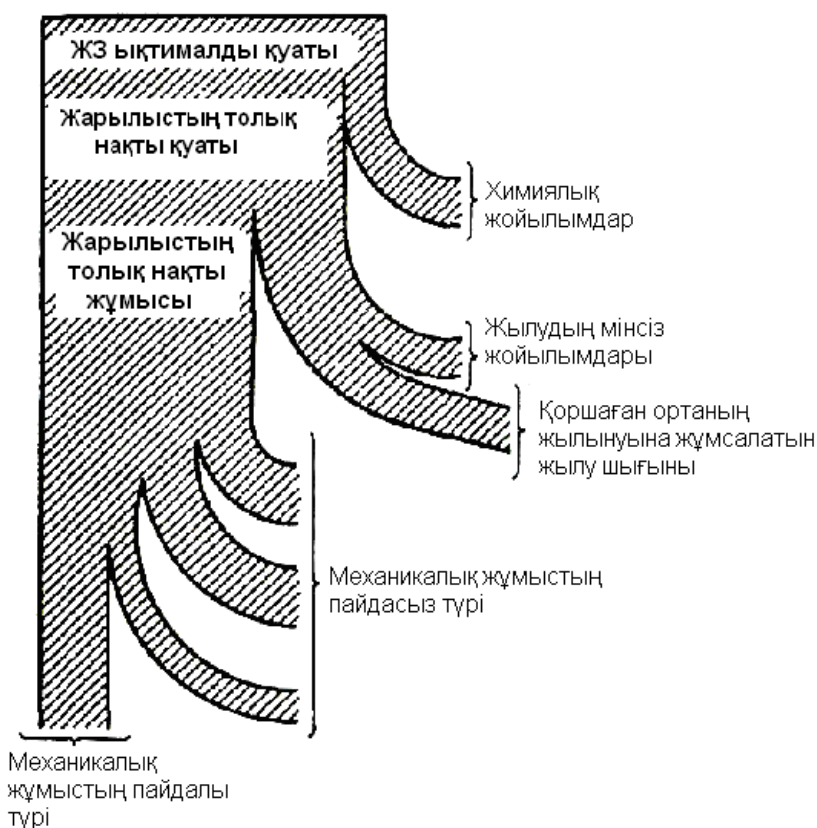
$$\dot{A}_\delta = \dot{A}_0 \left[1 - \left(\frac{\partial_\delta}{\partial_1} \right)^{\frac{\hat{e}-1}{\hat{e}}} \right]; \quad (3.4)$$

яғни, толық жұмыс төмендеп, жоғалған жылу жоғарылайды.

3.1-суретте жарылыс кезіндегі қуат балансының сұлбасы келтірілген.

Бастапқы мән ретінде жарылғыш заттың потенциалды химиялық қуаты алынған. Жарылыстық зат алмасудың толық жүрмеуінің әсерінен пайда болатын, қозбаған жарылғыш затты лақтырып жіберуге мүмкіндіктің болуына байланысты, жарылыстың нақты жылуы химиялық жойылым мөлшеріндей аз болады. Жарылыстың нақты жылуы, қопарылыс процесінің жақсы жүруіне қарамастан жұмысқа айналмайды. Себебі, қопарылатын ортаны жарылыс өнімі қыздырып жібереді. Нақты жылу мен толық жылу арасындағы айырмашылық – жылу жоғалымы деп аталады. Жарылыстың толық жұмысының жалпы шамасы, кез келген жарылыс әсеріне жұмсалуды мүмкін.

Толық жұмыстың үлкен бөлігі жалпы әсер (фугас) түрінде көрінеді.



3.1-сурет. А.Ф. Беляевтің зерттеуі бойынша жарылыс кезіндегі қуат балансының сұлбасы

3.9.2. Өнеркәсіптік жарылғыш заттарды сынау әдістері

Жарылғыш заттардың сипаттамаларын бағалау үшін мына сынақ әдістері қолданылады:

- жарылыстық қасиетін бағалау үшін дүмпу жылдамдығын, бризанттылығын, жұмыс істеуге қабілеттілігін анықтауға сынақ жүргізеді. Сонымен қатар, есептеу немесе сынақ жолымен жаңа жарылғыш зат сорттарының жарылыс жылуын, температурасын және газ көлемін, қысымын анықтайды;

- ЖЗ сапасын, қолдануға жарамдылығын бағалау үшін дүмпіткіштігін,

оқшаннан-оқшанға дүмпу беруге қабілеттілігін, жарылғыш заттардың ылғалдылығын, химиялық және физикалық тұрақтылығын анықтайды;

- құрамында нитроэфир мөлшері 30% артық жарылғыш заттар үшін олардың экскудациялануын анықтайды;

- ЖЗ-дың от алуға бейімділігін және қолданған кездегі қауіптілігін бағалау үшін жылу импульсіне, соққы мен үйкеліске, қоздыруға, шаңдануға және электрленуге бейімділігін анықтайды;

- ЖЗ-ды қолданған кездегі технологиялық сипатын бағалау үшін оның сусымалылығын, ылғалдануын, суға тұрақтылығын, ажырағыштығын, біріккіштігін және химиялық тұрақтылығын анықтайды.

3.9.3. Жарылғыш заттардың жарылғыштық қасиетін бағалау әдістері

Жарылғыш заттардың дүмпу жылдамдығын анықтау қарапайым әдіспен, екі дүмпіткіш пілте кесіндісінің көмегімен орындалады (Дотриш әдісі). Ішкі диаметрі 30 немесе 40 мм, қабырғасының қалыңдығы 3–4 мм, ұзындығы 450 мм болатын металл құбырға салынып, екі шеті қақпақпен жабылған оқтамның бүйірлік кеңістігінің осы бойынша екі шетінен a ұзындықта (350 мм) тесік жасайды. Сол тесіктерге дүмпіткіш пілтенің 1,5 және 1 м кесінділерінің ұштарын салады. Тесік пен дүмпіткіш капсюль арақашықтығы 60 мм құрайды. Дүмпіткіш пілтенің бос қалған ұштарын белгілегіш пластинкаға бекітеді (3.2-сурет). Сыналатын оқтамды тығыздалған шашка түріндегі аралық дүмпіткішпен от немесе электрлі-отты әдіспен қоздырады [1, 2].

Жарылыс кезінде дүмпу оқтам бойынша және ұзындығы L_1 және L_2 дүмпіткіш пілтенің екі тармағының бойымен таралады. Дүмпу толқындарының кездесетін жерінде, пластинка ішінде ойықша пайда болады (3.2-суреттегі А нүктесі). Дүмпу жылдамдығының есебін екі пілте кесіндісінің кездесетін жеріне дейінгі дүмпу толқындарының таралу уақыты мен теңдігіне байланысты жүргізеді, яғни:

$$\frac{L_1 - \hat{E}A}{v_{\hat{a}\phi}} = \frac{\hat{a}}{v_{\hat{A}\hat{A}}} + \frac{L_2 - \hat{E}A}{v_{\hat{a}\phi}}. \quad (3.5)$$

Егер

$$L_1 - \hat{E}A = L_1^1 \text{ және } L_2 - \hat{E}A = L_2^1; \quad (3.6)$$

онда мынаны аламыз:

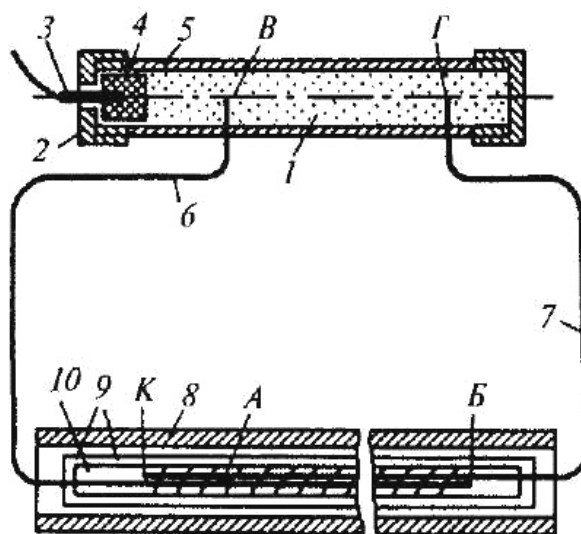
$$\frac{L_1^1}{v_{\hat{a}\phi}} = \frac{\hat{a}}{v_{\hat{A}\hat{A}}} + \frac{L_2^1}{v_{\hat{a}\phi}}; \quad (3.7)$$

сонда,

$$v_{\hat{A}\hat{A}} = v_{\hat{a}\phi} \frac{\hat{a}}{L_1^1 - L_2^1}, \text{ м/с}; \quad (3.8)$$

мұндағы $v_{\phi\phi}$ және $v_{\phi\phi}$ – сыналып жатқан жарылғыш зат пен дүмпіткіш пілтенің дүмпу жылдамдығы, м/с.

Бұл әдіспен дүмпу жылдамдығын анықтау дұрыстығы $\pm 3\%$ шамасында болады. Нақты мәнді электронды осциллограф көмегімен алу керек.



3.2-сурет. Дотриш әдісімен дүмпу жылдамдығын анықтау:

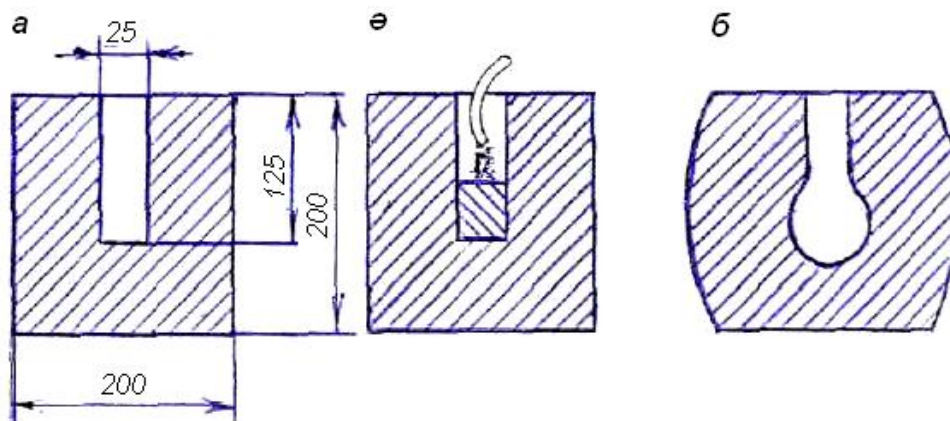
1-ЖЗ оқтамы; 2-қақпақ; 3-дүмпиткіш; 4-аралық дүмпиткіш оқтам; 5-оқтам қабығы; 6, 7-дүмпиткіш пілте кесіндісі; 8-қорғасын металл түтігі; 9-тірек пластинкасы; 10-белгілегіш пластинка; А – дүмпу толқындарының кездесу нүктесі; Б, К – дүмпиткіш пілте кесіндісінің ұшы

Жарылғыш заттардың бризанттылығын анықтау. Бризанттылық дегеніміз – ЖЗ-дың жарылыс күшінің массивтегі таужыныстарын ұсақтап, копару қасиеті. Бұл жұмыс жарылғыш зат тығыздығы мен дүмпу жылдамдығының квадратына пропорционалды. ЖЗ-тың бризанттылық әсерін бағалау үшін Гесс әдісін пайдалану керек. Бұл әдісте тазаланған қорғасыннан диаметрі 40 мм және биіктігі 60 мм болатын екі шеті жабылған баған құйылады. Оның үстіне қалыңдығы 10 мм болат прокладка және массасы 50 г сыналатын ЖЗ оқтамы қойылады. Бризанттылық қасиеті, жарылыстан кейін бағанның отыру өлшемімен сипатталады. Қуатты ЖЗ үшін массасы 25 г оқтам қолдану керек.

Жарылғыш заттардың жұмыс істеуге қабілеттілігін анықтау. ЖЗ-дың жұмыс істеу қабілеттілігін қорғасын бомбасында (3.3-сурет) және баллистикалық мортир немесе маятникте анықтайды. Қорғасын бомбасы – ортасында бір жағы жабық каналы бар қорғасын цилиндрі. Бомбаны $390\text{--}400^\circ\text{C}$ температурада ерітілген қорғасыннан құйып жасайды, оның биіктігі және диаметрі 200 ± 2 мм шамасында болады. Ортасында орналасатын каналдың тереңдігі 125 ± 2 мм және диаметрі 25 мм болады. Каналдың түбіне массасы 10 г қағаз гильзаға оралған оқтам орналастырады. Каналдың бос қалған бөлігі құрғақ кварц құмымен толтырылады. Бомбадағы жарылғыш зат оқтамды дүмпиткіштермен қоздырады. Жарылыстан кейін бомбада қуыс пайда болады [1, 2].

Бомбадағы пайда болған қуысты тазалап, оның ішінің көлемін өлшейміз. Өлшеп анықталған қуыс көлемінен, каналдың көлемі мен дүмпиткіштің

атылысынан пайда болатын көлемді алып тастаймыз. Дүмпіткіштен пайда болатын болатын көлем 30 см^3 тең.



3.3-сурет. Жарылғыш заттардың қорғасын бомбасында жұмыс істеу қабілеттілігін анықтау сұлбасы:

а – оқталғанға дейінгі бомбаның көрінісі; ә – оқталған бомба көрінісі; б – жарылыстан кейінгі бомба көрінісі

Бұл әдістің кең тарағанына қарамастан, оның кемшіліктері де бар. Жарылғыш заттың жұмыс істеуге қабілеттілігі көлем өлшемінің шартты белгісімен анықталады. Сонымен қатар, каналдың кеңею шамасы, жарылғыш заттың шын жұмыс істеуге қабілеттілігімен сызықсыз байланысқан [1, 2].

Баллистикалық маятниктің немесе мортирдің негізі – оның қозғалмайтын бөлігіне ілінетін жүк болып есептеледі. Маятникке әсер еткенде ол қозғалысқа келіп, ары-бері бұрыш жасап тербеледі. Баллистикалық маятниктің конструкциясы әртүрлі болып келеді. Соның қарапайымдарының бірінде ЖЗ-дың жарылысы маятниктің шетінің соққысынан пайда болады. ЖЗ оқтамы маятник шетінен алыстау, кейбір жағдайларда, жақын жерге орналастырылады. Бұл әдісте маятник ЖЗ жарылысының әсерінен бұрыш жасап бұрышпен ауытқиды, сол ауытқу бұрышы бойынша ЖЗ-дың жұмыс істеуге қабілеттілігін анықтаймыз.

Жарылғыш заттардың от алуға бейімділігін анықтау. ЖЗ-дың атылуға бейімділігі дегеніміз – сырттан берілетін әсерді қабылдап, оқтамның жарылу дәрежесі. Ол – ЖЗ қасиетіне, күйіне, температурасы мен ылғалдылығына байланысты болады.

ЖЗ-дың от алуға бейімділігін анықтау үшін соққыға, үйкеліске, қызуға, ауалық соққы толқынына дүмпіткішке әсерлесуіне сынақтар жүргізеді. ЖЗ соққыға бейімділігін арнайы коперда анықтайды. Яғни, ЖЗ белгілі массасын өлшеп, металл кеңістіктің үстіне қояды, содан кейін оған белгіленген салмақта жүк тастайды. Қоздырғыш ЖЗ-ды сынаған кезде салмағы 0,5–1,8 кг жүк, ал бризантты ЖЗ-ды сынағанда, салмағы 5–20 кг жүк қолданылады. Сынақты бірнеше рет жүргізіп, ортақ мәнін қабылдаймыз.

Осындай сынақтардың нәтижесінде соққыға сезімтал келетін жарылғыш заттардың: гексоген, нитроэфирлер, сақтандырғыш аммониттер аммонал және гранулиттер түрі анықталған. Сезімталдығы төмен жарылғыш заттар: игданит, және құрамында суы бар жарылғыш заттар.

ЖЗ-дың үйкеліске бейімділігін маятникте анықтаймыз, яғни маятникті ЖЗ үстіне тербелтіп, маятниктің тербелу саны бойынша сынаймыз.

ЖЗ-ды соққыға және үйкеліске бейімділіктерін механикалық оқтау кезінде туатын қауіптіліктерді болдырмау үшін анықтайды.

Жарылғыш заттардың сапасын тексеру әдістері. ЖЗ-дың қасиеттері тасымалдау және сақтау процестерінде өзгеруі мүмкін. Сондықтан барлық ЖЗ-ды қоймаға түскенде және сақтаған кезде оны ары қарай қолдану мүмкіндігіне тексеріп отыру керек [1, 15, 27].

ЖЗ-дың сынақ жұмыстарын қойманың меңгерушісінің басшылығымен жарушы немесе зертханашы орындайды:

- құрамында сұйық нитроэфирлері жоқ ЖЗ-тар кепілдік мерзімінің соңында және ол біткеннен кейін үш ай сайын тексеріліп отырады;
- құрамында нитроэфирлері бар ЖЗ-дың кепілдік мерзімі біткенде және содан кейін, ай сайын тексеріп отырады;
- егер ЖЗ сапасына сенімсіздік туса, сақтау мерзіміне тәуелсіз сынақтар жүргізіледі.

Сынау жұмысы оңаша жерде (күзетілетін арнаулы полигонда) арнайы комиссияның басқаруымен жүргізіледі. Комиссия мүшесіне – қойманың бастығы, ТЖМ өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетінің өкілі және аттыру жұмысын жүргізуге жауапты инженер кіреді. Сынау әдістері ЖЗ және құралдарының түрлеріне сай әртүрлі болып келеді. Бұлардың бәріне ортақ тек бір ғана сынау әдісі бар, ол – сыртқы кемшіліктерді іздеп жәшіктерді, қораптарды және оқшандарды жалпы қарап шығу. Бұдан басқа сынаулар ЖЗ-дың қасиеттері мен қолданылатын жағдайына байланысты төмендегідей болады. Ал динамиттер – химиялық тұрақтылығына, экссудацияға және бір оқшаннан екінші оқшанға дүмпу беруіне байланысты сыналады.

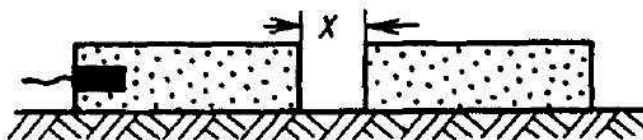
Динамиттің химиялық тұрақтылығы арнайы химиялық зертханаларда тексеріледі. Температура 50°C асқан кезде химиялық тұрақсыз динамиттердің құрамынан газдар бөлініп, ұшып шыға бастайды. Зертхана жағдайында тексеру жұмысын жүргізгенде – температура 75°C шамасында, газдардың ұшуы 10 мин бұрын басталса, онда динамиттің тұрақсыз екендігі белгіленеді.

Экссудацияланған кезде динамиттің құрамынан сұйық нитроглицерин тамшы ретінде бөлініп шыға бастайды. Сондықтан, сынағанда динамит оқшандарының сыртында сұйық заттың барлығын өте қадағалап қарау керек. Кейде сұйық нитроглицеринді оқшанның сыртындағы орағыш қағаз жұтып алуы мүмкін. Сондықтан орағыш қағаздың ішкі жағында дөңгелек сары таңбалар болса, олар экссудациямен байланысты болғаны.

Аммониттер бір оқшаннан екінші оқшанға дүмпудің берілуіне және дымқылдық мөлшерін анықтауға сыналады. Аммониттердің дымқылдығы 1-1,5%-тен аспауы керек. ЖЗ-дың дүмпу беруіне немесе қабылдауына, сынақ жұмыстарын тығыздалған топырақ үстінде екі ЖЗ оқшанын бір оське паспортта белгіленген арақашықтыққа орналастырып орындайды (3.4-сурет). Егер қоздырылатын оқшан жарылысынан екінші оқшанымыз жарылатын болса, сонымен қатар жарылыстан кейін қалдықтар қалмайтын болса, онда ЖЗ дүмпу қасиетіне тұрақты деп есептеледі. Жарылыс қуатын, жарылыстан

кейін топырақтың ойылу тереңдігімен анықтайды [1, 2].

Дүмпіткіш капсульдер дүмпу күштілігіне сыналады. Бұл үшін ЖЗ оқшандарын сынаушы дүмпіткіш капсульдермен аттырады. Мұнда оқшандар толық атылып, дүмпіткіш капсульдер ешқандай мүлтік бермеуі керек.



3.4-сурет. Жарылғыш заттарды дүмпу беруіне сынау сұлбасы

Электрдүмпіткіштер дүмпу күштілігі мен ток жүргізу кедергісінің сәйкестігіне сыналады. Электрдүмпіткіштерді ток жүргізу кедергісінің сәйкестігі – омметр, аттыру көпірі сияқты аспаптар арқылы өлшенеді. Ал топтап аттыруды сынау кезінде, бір партиядан 60 электрдүмпіткіш алынып, олардан тізбектей жалғанған үш топ жасалып аттырылады. Сонда бір электрдүмпіткіш атылмай қалса, сынақ қайталанады. Екінші рет аттырғанда электрдүмпіткіш атылысынан ақау байқалса, партия толығымен істен шығады.

Дүмпіткіш пілтенің мүлтіксіз атылуы арнайы сұлбамен сыналады. Бұл 53 м-лік 3 дүмпіткіш пілте орамы алынып, әрбір орамнан ұзындығы 1 м болатын бес кесінді жасалады. Әрбір орамнан қалған ұзындығы 45 м пілтеден магистральдік жол жасалып, оларға қысқа кесінділер жалғастырылады. Осылардың барлығы бір жерден толық атылуы керек. Егер атылмай қалса, дүмпіткіш пілте жарамсыз деп саналады.

Отпілте – жану жылдамдығына байланысты сыналады. Ол үшін әрбір орамнан 60 см кесінділер алынып, жағылады. Әрбір 60 см кесінді 60-69 с ішінде жанып бітуі керек. Суға тұрақты пілтелер мен оқшандарды сынаған кезде, оларды алдымен, бір сағат суға салып алу керек.

ЖЗ-дың ылғалдылығын:

$$B = \frac{m_2 - m_1}{m_2} \quad (2.2)$$

формуласымен анықтайды. Мұндағы m_2 – кептірілгенге дейінгі сыналатын ЖЗ салмағы, г;

m_1 – кептірілгеннен кейінгі сыналатын ЖЗ салмағы, г.

Аммониттердің ылғалдылығы 15%-тен аспауы керек.

Жарылғыш заттардың технологиялық тұрақтылығы. ЖЗ оқтамға дайындау және оқтау процесінде әртүрлі механикалық әсерлерге кездеседі. Сол әсерлер ЖЗ қасиеттерін, санитарлы-гигиеналық жағдайын, қолдану қауіптілігін өзгертуі мүмкін. Ал ЖЗ-ды механикалық оқтау кезінде мұндай механикалық әсерлер бірнеше есе жоғарылайды. Төменде ЖЗ технологиялық тұрақтылығын анықтайтын негізгі сипаттамаларын қарастырамыз [1, 2].

Сусымалылығы – ЖЗ-тың калибрлі тесіктен еркін төгіліп, тұйық көлемді толық жабу қасиеті. Түйіршіктелген ЖЗ жоғары сусымалы болып

келеді. Сонымен қатар жарылғыш заттардың сусымалылығына ылғалдықтың да әсері болады. ЖЗ-дың бұл қасиеті механикалық жолмен оқтау кезінде үлкен мәнге ие.

Қабатталуы – ЖЗ-ды оқтау кезінде өздігінен құрамды компоненттерге бөлініп, бірігіп қабат жасау қасиеті. Мысалы, ұнтақталған динамондарда (аммиакты селитра мен ағаш ұнтағының қоспасы) – оқтау кезінде екі қоспа бір-бірінен ажырап қабаттарға бөлініп қалады. Ол оның дүмпу қасиетін төмендетіп жібереді. Осы себепті динамондар карьерлерде қолданылмайтын болды. Ал игданиттерді қолданған кезде құрамындағы соляр майы ұңғыма түбіне шөгуі мүмкін, бұл оның қуатын төмендетеді. Сондықтан игданиттерді ұңғымаға оқтағаннан кейін көп уақыт өткізбей аттыру керек.

Аққыштығы – құрамында суы бар ЖЗ-ды оқтау кезінде жоғары қысымның немесе ауырлық күшінің әсерінен, ыдыстар мен шлангалардан ағып кету қасиеті. ЖЗ-дың бұл қасиетін, жарықшақты массивтегі ұңғымаларды оқтаған кезде ескерген жөн.

Ылғал тартқыштығы – ЖЗ-дың ауадан немесе оған су шашқан кезде ылғал тарту қабілеттілігі. ЖЗ бұл қасиеті – оларды қоймада көп уақыт сақтау кезінде кері әсерін тигізеді.

Суға төзімділігі – су ішінде ЖЗ-дың су сіңірмей, оған қарсы тұрып өзінің жарылғыштық қасиеттерін сақтап қалу қасиеті. Суға тұрақты жарылғыш заттарда бұл қасиет – олардың суға еріп немесе шайылып кетпей, құрылымын толық сақтап қалуымен сипатталады. Көптеген суға тұрақты ЖЗ ағын суларда өз қасиеттерін ұстап тұра алмайды. Түйіршіктелген жарылғыш заттар ұнтақталған жарылғыш заттарға қарағанда, суға тұрақты болып келеді.

Шаңдануы – сусымалы ЖЗ-мен жұмыс істеген кезде атмосфераға ұнтақ бөлшектер бөлу қасиеті. Көбінесе, ұнтақ, құрғақ ЖЗ шаң шығарғыш болып келеді. Негізінде түйіршікті ЖЗ-дың шаңдануы, түйіршіктерінің мықтылығына байланысты. ЖЗ-дың шаңдануына қарсы күресу үшін оларды оқтау кезінде 2–4% дейін ылғалдайды.

Бірігуі – ЖЗ-ды сақтау кезінде сусымалдылық қасиетін жойып, бір-бірімен бірігіп, қатты тас тәрізді күйге келуі. Бірігіп қалған ЖЗ қолдану өте қауіпті, әрі тиімсіз болып келеді. Себебі, олар оқтамның тығыздығына тікелей әсер етеді және оның дүмпу қасиеті төмендеп кетеді. Көбінесе, ұнтақталған ЖЗ бірігуге қабілетті болып келеді. ЖЗ-дың бірігу қасиеттерін жою үшін олардың сыртына әртүрлі қоспалар жағады. Мысалы, аммиакты-селитралы ЖЗ-дың бірігіп қалу қасиетін жою үшін оған гидрофобты қоспалар қосады.

ЖЗ электрленуі – ЖЗ-ды оқтаған кезде үйкелістің әсерінен электрленуі (өзіне статикалық ток жинауы). Гексогенді және тротилді ЖЗ жеңіл электрленуге қабілетті болып келеді. Сондықтан ЖЗ-ды құбырлар немесе шлангтармен тасымалдаған кезде, оларды міндетті түрде жерге тұйықтап қою керек.

Химиялық тұрақтылығы – ЖЗ-дың ұзақ уақыт сақталу, тасымалдау және ұңғымада жатып қалуы кезіндегі өзінің химиялық қасиеттерін жоймай сақтап қалуы. Негізінен аммиакты селитралы жарылғыш заттардың химиялық тұрақтылығы жоғары болып келеді. Ал құрамына сұйық нитроэфирлер

қосылған жарылғыш заттардың химиялық тұрақтылығы төмен келеді. Бірақ ерекше атап кететін жағдай, аммиакты селитралы жарылғыш заттарды сульфидтерден алыс ұстау керек. Себебі, сульфид аммиакты селитраның құрамына түсетін болса, олар реакцияласып, жылу және азоттың улы тотығын түзеді. Ол өте қауіпті. Сонымен қатар карьерлерде сульфидті таужыныстарын қопару үшін жарылғыш заттарды таңдаған кезде, бұл жағдайға үлкен мән беру керек.

3.10. Жарылғыш материалдарды қолданған кезде қойылатын жалпы талаптар

Жарылғыш заттарды жасайтын және олармен жұмыс істейтін, тасымалдайтын, және сақтайтын кез келген өнеркәсіптік өндіріс орны мен мекемелер арнайы жасалған және Төтенше жағдайлар министрлігінің өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетімен бекітілген ереже бойынша жұмыс істеуі қажет. Әрбір мекеме осы ереже негізінде еңбекті қорғау бойынша жұмысшыларға арналған жұмыс істеу тәртібін жасауы керек [15, 27].

Жару жұмыстарын немесе жарылғыш материалдармен жұмыс істейтін және жарылғыш заттарды жасайтын мекемелер осы жұмыстарды орындау үшін арнайы рұқсат қағазын (лицензия) алуы керек.

Бұл мекемелерде сонымен қатар жобалық құжаттар, қоймалар және басқада жарылғыш материалдарды сақтайтын арнайы орындар, жарылғыш материалдарды, жарылыс жұмыстарын орындайтын азаматтарды тасымалдайтын көліктері болуы керек. Жару жұмыстарын жүргізетін әрбір мекемеде өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетімен келісіліп бекітілген бұрғылап-аттыру жұмыстарын басқару, жұмыстың қауіпсіздік деңгейін жоғарылатуға бағытталған және жарылғыш заттардың дұрыс сақталуын қамтамасыз ететін ережелер болуы керек.

Жару жұмыстарын жүргізуге және жарылғыш заттарды алуға, өндіруге, тасымалдау мен сақтауға рұқсат қағазын алу арнайы ережеге сәйкес орындалады.

Жару жұмыстарын орындау үшін жарылғыш материалдардың (жарылғыш заттар, от беру құралдары, атқылайтын және жару аппараттары), қарапайым түйіршіктелген суға тұрақты жарылғыш заттарды тұтыну орнында жасаған кезде қолданылатын жару жұмыстарын механикаландыру жабдықтарының және аттыру мен бақылау-өлшеу жабдықтарының тек қана стандартты түрін, Мемлекеттік бақылау комитетінен рұқсаты бар түрлерін қолдануға болады. Жоғарыда айтылған жабдықтар мен материалдардың қойылатын талапқа сәйкес еместерін пайдалануға рұқсат етілмейді.

Жарылғыш заттарды тұтынатын орнында өндіру және зауытта өндірілген жарылғыш заттарды механикалық жолмен оқтауға дайындық жұмыстары жарылғыш заттарды қауіпсіз өндіру және пайдалану талаптарына сәйкес орындалуы керек.

Барлық жарылғыш материалдарды сақтау мен қолдануға жарамдылығын білу үшін: өндіру зауыттарынан немесе басқа өндіріс

орындарының жарылғыш заттарды сақтау қоймаларынан келіп түскен кезде; жарылғыш материалдардың сапалылығына күмән туған кезде (сыртқы түрі бойынша немесе жару жұмыстарының нәтижесі қанағаттандырарлы болмаған кезде); кепілдік мерзімі аяқталуға жақындағанда сынақтан өткізіп отыру керек.

Сынау жұмыстарының барлық түрі стандарттардың және техникалық жағдайлардың талаптарына сәйкес жүргізіледі. Сынау жұмыстарының нәтижесі бойынша акт жасалып сынақ журналына тіркеледі.

Егер жарылғыш материалдар қолдану орнына өндіруші зауыттан сертификатымен бірге өзінің сәйкес ыдыстарында келетін болса, онда қабылдаған кезде сынау жұмыстарын жүргізу міндетті емес [15, 27].

Кепілдік мерзімі өткен жарылғыш материалдарды сынаусыз қолдануға болмайды. Көмір және тақтатасты шахталарда кепілдік мерзімі өткен құрамында нитроэфирі бар жарылғыш заттарды мүлдем қолдануға болмайды.

Барлық жарылғыш материалдар, оларды қолданған кездегі (сақтау, тасымалдау, қолдану, т.б.) қауіптілік дәрежесіне байланысты топтарға бөлінеді (3.11-кесте).

3.11-кесте

Қауіптілік топтамасы	Заттар, бұйымдар
<i>A</i>	Қоздырғыш жарылғыш заттар
<i>B</i>	Құрамында қоздырғыш жарылғыш заттары бар өнімдер
<i>C</i>	Лақтыратын жарылғыш заттар және басқа дефлагмандық жарылғыш заттар немесе осы өнімдер құрамында бар заттар (түтінсіз оқ-дәрі)
<i>D</i>	Қайталама дүмпіткіш ЖЗ, түтінді оқ-дәрі, құрамында қоздырғыш құралы жоқ дүмпіткіш жарылғыш заттар және лақтыру оқтамы (дүмпіткіш пілте)
<i>E</i>	Құрамында қоздырғыш құралы жоқ, бірақ лақтыру оқтамы бар (тұтанғыш сұйық құрамынсыз) қайталама дүмпіткіш заттар өнімдері
<i>F</i>	Қайталама дүмпіткіш ЖЗ бар өнімдер, қоздырғыш құрал және лақтыру оқтамдары немесе оларсыз
<i>G</i>	Пиротехникалық заттар және құрамында осы өнімдері бар заттар
<i>N</i>	Өте сезімтал емес дүмпіткіш заттары бар өнімдер
<i>S</i>	Кездейсоқ қосылу нәтижесінде кез келген қауіпті жағдайлар пайда болуы орама арқасында шектелінетін, егер орама отпен зақымданса, жарылыс әсері немесе ұшуы шектелетін заттар немесе өнімдер, жақын жерден өрт сөндіруге қиындық туғызбайтын орамалар

«Жару жұмыстарын жүргізу кезіндегі өнеркәсіп қауіпсіздік талаптары», қажетті құжаттар. Жару жұмыстарын басқаратын және жүргізетін азаматтар осы талаптарды бұзғаны үшін белгіленген заң бойынша жауапкершілікке тартылады. Басқарушы азаматтар қарауындағы жұмыскерлерге талаптарға қайшы келетін бұйрықтарды бергені үшін, жұмысшылар өздігінен жару жұмыстарын жүргізгені үшін, тәртіп бұзуға қарсы шаралар қолданбағаны үшін және жарылғыш заттармен дұрыс жұмыс істемегендігі үшін жауапкершілікке тартылады [15, 27].

Жару жұмыстарын орындаған кезде немесе жарылғыш заттармен жұмыс істеген кезде төменде келтірілген талаптар сақталуы керек.

Жарылғыш материалдарды алу бойынша талаптар. Жарылғыш материалдарды алу үшін барлық жағдайларда ішкі істер органынан рұқсат қағазын алу керек, сол құжаттың негізінде өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитеті куәлік қағазын береді.

Жарылғыш материалдарды алу үшін куәлік қағазын алуға кәсіп орынның жетекшісі арыз қағазымен бақылау комитетіне жолығуы керек.

Арызда келесі пункттер жазылуы керек:

- жарылғыш материалдың аты және керекті мөлшері. Жарылғыш материалды алу үшін бақылау комитетімен берілген рұқсат қағазының номері және күні;

- жарылғыш материалдың қолданылу мақсаты және орны; жару жұмыстарын орындауға берілген рұқсат қағазының нөмірі және күні;

- жарылғыш материалдарды қолдану мерзімі;

- жарылғыш материалдардың қоймаларда сақталуы, арызды берген кезде қоймада қалған қалдық жарылғыш заттардың мөлшері және жарылғыш материалдарды жеткізіп беру мерзімі. Егер жарылғыш материалдар басқа кәсіпорынның қоймасында сақталатын болса, онда арызға қойманы жалға алу туралы келісімшарт қағазының көшірмесі қосылып берілуі керек;

- жарылғыш материалдардың шамамен аясайын жұмсалатын шығыны.

Арыз негізінде бақылау комитеті кәсіпорынға жарылғыш материалдарды алуға куәлік береді, куәліктің жарамды мерзімі алты айға дейін болады.

Жарылғыш материалдарды алу үшін рұқсат қағазын кәсіпорын жетекшісінің берген арызы және өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетінің куәлігіне сәйкес ішкі істер органы алты ай мерзімге дейін береді.

Жарылғыш материалды қолданатын ғылыми және оқу мекемелері өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетінің куәлігінсіз ішкі істер органынан берілген арыз негізінде рұқсат қағазын алуға болады. Арызда бақылау комитетінің куәлігінің жоқ екенін білдіретін себептерді, жарылғыш заттың қауіптілік дәрежесін, сақтау және тасымалдау тәртіптерін жазу керек. Сонымен қатар арызда стандарттар және пайдалану бойынша құжаттар, қауіпсіздік талаптары келтірілуі тиіс.

Кәсіпорындар жарылғыш материалдарды басқа кәсіпорынға, егер ол кәсіпорынның жарылғыш материалдарды алуға рұқсат қағазы болмаса беруіне болмайды.

Жару жұмыстарын орындауға рұқсат беретін құжатты алу тәртібі. Жару жұмыстарын орындауға және жарылғыш заттармен жұмыс істеуге рұқсат құжатын алу үшін кәсіпорын жетекшісі арызымен өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетіне жолығуы керек [15, 27].

Арызда мыналар көрсетілуі керек:

- мекеменің аты;

- жұмыс орны, қолдану себебі, тұрақты немесе бір ретті;

- жару жұмыстарының жетекшісі туралы мәліметтер (тегі, аты-жөні, қызметі, жұмысқа жетекшілік етуге рұқсат құжатының барлығы және т.б.);

- жарылғыш материалдардың сақталатын орны туралы (аты, орналасуы, қажетті жабдықтары, сиымдылығы).

Арызға қосымша мына мәліметтер берілуі керек:

- жербетінде жару жұмыстарын жүргізу кезінде – жергілікті жердің жоспарының көшірмесі, оның ішінде жару жұмыстарын жүргізетін аймақ, қауіпті аймақтардың шекаралары, қауіпті аймаққа жақын орналасқан елді мекендер және өндіріс орындары, темір және көлік жолдары, құбырөткізгіштер және электр қуатының желілері көсетілуі керек.

- жерасты жағдайында жару жұмыстарын жүргізген кезде – шахтаның қауіптілігі туралы мәліметтер (кеніш, геологиялық барлау объектілері), газ және шаң бойынша улылығы және т.б.;

- жару жұмыстарын елді мекендерде жүргізгенде және металдарды жарылыс күшімен өңдеген кезде – жару жұмыстарын орындау жобасы;

- жарылғыш материалдарды қолданып сейсмикалық барлау жұмыстарын орындаған кезде – жұмыстың профильдік сұлбалары, қауіпті аймақты қорғаудың типтік сұлбалары;

- жару жұмыстарын сулы объектілерде және оған жақын аймақтарда орындаған кезде – балықты қорғау органының рұқсат құжатының көшірмесі;

- жұмыстың сипатын түсіндіретін, оның орындалу жағдайы туралы басқада құжаттар берілуі керек.

Жару жұмыстарының жетекшісін ауыстырған кезде оған рұқсат құжаты тотырылуы керек. Егер рұқсат берілген қызметкер кез келген себептермен (демалыс, іс сапар, науқастану) жұмыста болмаса, онда кәсіпорын жетекшісі рұқсат қағазын қайта толтырмастан, бұйрықпен басқа маманға тапсыруына болады.

Жарылғыш материалдарды алуға рұқсат құжатын алу тәртібі.

Жарылғыш материалдарды қоймаларда, жеке алаңдарда, оқу орнында сейфтерде сақтайтын кәсіпорын ішкі істер органынан рұқсат қағазын алуы керек [15, 27].

Рұқсат қағазын алу үшін мекеме жетекшісі ішкі істер органына өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетімен берілген куәліктің көшірмесімен бірге арыз жіберуі керек.

Жарылғыш материалдарды сақтауға рұқсат беретін куәлікті бақылау мекемесі арыз беру арқылы алады, арызда:

- жарылғыш материалдарды сақтайтын орынның түрі және орналасуы;

- жарылғыш материалдарды сақтайтын орынды пайдалануға жауапты азаматтың тегі, аты-жөні және қызметі;

- құрылыстың жобасы, бекітілген күні және тіркелген нөмірі;

- куәліктің қызмет ету мерзімі көрсетілуі керек.

Арызға қойманың паспорты және қойма орнын қабылдау акті қосымша беріледі. Паспорт болмаған жағдайда, қойма орнының сұлбасын және қауіпті аймақтағы жергілікті мекендердің жобасын қолдануға болады.

Жылжымалы қоймаларға паспортқа қосымша Жол полициясының куәлік қағазын көрсету керек.

Жарылғыш материалдарды сақтайтын орынды пайдалануға берілетін куәлік үш жыл мерзімге беріледі. Ал рұқсат қағазды сол куәлік негізінде ішкі істер органы береді. Бұл құжат қойма меңгерушісінің жұмыс орнында сақталуы керек.

Жарылғыш материалдарды тасымалдауға рұқсат құжатын алу тәртібі. Жарылғыш материалдарды тасымалдауға рұқсат құжатын ішкі істер органы береді.

Бұл жағдайда келесі талаптар ескерілуі керек. Жарылғыш материалдарды темір, су, әуе және көлік жолдарымен бекітілген ережеде тасымалдауға болады.

Жарылғыш заттарды зауыттан немесе бір қоймадан екінші қоймаға наряд құжаттары негізінде тасымалдауға болады. Мұндай жағдайда ішкі істер органынан рұқсат құжатын алудың қажеті жоқ. Жарылғыш материалдарды тасымалдауға рұқсат қағазы алты ай мерзімге беріледі.

Қопарушының (жарушының) бірыңғай кітапшасы туралы талаптар. Кез келген бұрғылап-аттыру жұмыстарын жүргізу және басшылық ету үшін оған біріншіден рұқсат құжатын алу керек. Бұл құжат «Қопарушының бірыңғай кітапшасы» деп аталады. «Қопарушының бірыңғай кітапшасы» арнайы курстан өтіп сәйкес емтихан тапсырған азаматтарға беріледі.

Қопарушының бірыңғай кітапшасы жеке нөмірі және сериясы бар куәліктен және ескерту талонынан тұрады [15, 27].

Куәлікте жарушыға рұқсат берілетін жару жұмыстарының түрлері көрсетіледі. Жарушылар жару жұмыстарының бірнеше түрлері бойынша емтихан тапсыруға жіберіледі. Бірақ бұл жағдайда олардың денсаулығы, дайындығы, жасы және өндірістік стажы ескерілуі керек.

Жару жұмыстарының келесі түрлері қолданылады:

Жалпы жарылыс жұмыстары:

- газ бойынша қауіпті жерасты қазбаларында және жербетінде көмір шахталарында қолданылатын жару жұмыстары;

- газ бойынша қауіпсіз жерасты қазбаларында және жербетінде көмір шахталарында қолданылатын жару жұмыстары;

- газ немесе шаңға қауіпті жерасты қазбаларында және жер бетіндегі кеніштерде (кеніштік және кеніштік емес өнеркәсіп объектілері) қолданылатын жару жұмыстары;

- газ немесе шаңға қауіпсіз жерасты қазбаларында және жер бетіндегі кеніштерде (кеніштік және кеніштік емес өнеркәсіп объектілері) қолданылатын жару жұмыстары;

- ашық тау-кен өндірісіндегі жару жұмыстары;

- сейсмикалық барлау, мұнай, газ, су және басқада ұнғымаларды атқылағанда қолданылатын жару жұмыстары.

Арнайы жару жұмыстары:

- мұздаған топырақты қопару, балшықтарды атқылау, мұзды қопару,

суасты жару жұмыстары;

- ыстық массивтерді қопару;
- материалдарды жарылыс күшімен өңдеу (кесу, пісіру, бекемдеу, т.б.);
- ғимараттарды бұзу, іргетастарды (фундаменттерді) қопару;
- ормандарды отау, қалдық ағаштардың тамырларын қопару, ормандағы өртке қарсы күрес кезіндегі жару жұмыстары;
- жерасты қазбаларында және жер бетіндегі мұнай шахталарындағы жару жұмыстары;
- тоннельдерді қазу және метро құрылысындағы жару жұмыстары;
- кенбарлау қазбаларын жүргізу кезіндегі жару жұмыстары;
- ғылыми және оқу мақсатындағы жару жұмыстары.

Куәлік және ескерту талонына кәсіптік комиссияның төрағасы және кәсіпорынның басшысы қол қоюы керек. Содан кейін өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетінің мөрі басылады.

Оқыту және емтихан қабылдау бойынша өндірістік істерді куәлікті беретін мекеме жүргізуі керек.

Емтихандарды қабылдау бойынша хаттаманың бір көшірмесі өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетіне беріледі және сол бойынша кітапша толтырылып есепке тіркеледі.

Жарушы бір кәсіпорыннан екінші кәсіпорынға ауысқан кезде өзінің жару жұмыстарын жүргізуге алған рұқсатын сақтап қалады, яғни жарушыға берілетін кітапша бір мемлекеттің ішінде жарамды деп есептеледі.

Жарылғыш материалдарды сақтау, тасымалдау, қолдану және есептеу бойынша бекітілген ережені бұзған кезде жарушының ескерту талоны алынуы мүмкін. Сонымен қатар талонда қолданылған шараның негіздемесі, жетекші бұйрығының нөмірі және күні көрсетілуі керек. Тартып алынған талон жарушының жеке карточкасында сақталады.

Егер бекітілген ереже сол жарушымен тағы бұзылатын болса, ол жару жұмыстарын жүргізу рұқсатынан үш айға дейін айырылады. Үш ай мерзім біткеннен кейін жұмысшыны қайта емтихан тапсыруға жіберуге болады.

Егер жарушы ескерту талоны тартып алынғаннан кейін алты ай ішінде бекітілген тәртіптерді бұзбаса, онда оның ескерту талоны қайта қалпына келтіріледі. Ол туралы жару жұмыстары қызметі жетекшісінің өндірістік құжаты болуы керек.

Сонымен қатар жарушы апатты жағдайларға алып келетін тәртіп бұзушылық жасаған болса оның рұқсат қағазы тартып алынады. Тартып алынған кітапшалар кәсіпорынның әкімшілігіне жіберіледі және әкімшілік бұйрығымен олар өз күшін жояды. Тартып алынған кітапшаларға дубликат берілмейді.

Тартып алынған кітапшалар комиссияның қатысуымен және акт түзіліп жойылады.

Кітапшаға жарушының бүкіл орындаған жұмыстары жазылып тұруы керек. «Қопарушының бірыңғай кітапшасының» бланкі орталықтанған түрде дайындалуы керек.

Бұрғылап-аттыру жұмыстарын жүргізетін азаматтар.

Кәсіпорында бұрғылап-аттыру жұмыстарын басқару оның жетекшісіне жүктеледі, егер жару жұмыстары мердігерлі әдіспен орындалатын болса, онда мердігерлік ұйымның жетекшісіне немесе соның ұсынысымен тағайындалған кәсіпорынның өндірістік бөлімінің басшысына, ал тау-кен саласынан тыс кәсіпорындарда сол кәсіпорынның басшылығымен тағайындалған өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау органының қызметкеріне жүктеледі [15, 27].

Бұрғылап-аттыру жұмыстарына жетекшілік етуге жоғары немесе орта кентехникалық білімі бар не арнайы оқу орнын немесе курсың бітірген және соған сәйкес құқық беретін, сонымен қатар «Қопарушының бірыңғай кітапшасын» алған азаматтарға рұқсат етіледі.

Шахталарда және жерасты кеніштерінде жару жұмыстарын жүргізетін арнайы бөлім басшылығына жерасты жағдайында қызмет ету өтілі бір жылдан кем емес тау-кен инженерлері, көмір және тақтатасты шахталарда қызмет ету өтілі үш жылдан, кеніштерде екі жылдан кем емес тау-кен техниктері тағайындалады.

Өндіріс орнында және мекемелерде жару жұмыстарын басқаратын инженерлі-техникалық қызметкерлер және де техникалық бақылау органының қызметкерлері бекітілген ереже бойынша үш жылда бір рет жару жұмыстарының талаптары бойынша аттестациядан өтіп тұруы керек.

Жару жұмыстарын жүргізу, жарылғыш материалдарды жасау және дайындау, сақтау және тасымалдау жұмыстарына кәсіпорын бұйрығымен тағайындалған азаматтар жіберілуі керек.

Жару жұмыстарын арнайы кітапшасы бар және жынысы еркек жарушылар орындауы керек. Газға және шаңға қауіпті шахталарда жару жұмыстарын жүргізу тек шебер-жарушыларға ғана рұқсат етіледі. Ыстық тау сілемдерін қопару үшін жарушының қызмет ету өтілі екі жылдан кем болмауы керек.

Жарушы жұмыстарына көмектесуі үшін көмекші тағайындауға болады. Олар жасайтын жұмыстары бойынша ескертілген болуы керек және тек жарушының тікелей қол астында, қоздыру құралдарына араласпай жұмыс істеулері керек.

Жарушы және шебер жарушы мамандығына оқуға келесі талаптар қойылады:

- қауіпті көмір шахталарында жұмыс істейтін болса, жасы 22-ден және жерасты жұмыстарындағы қызмет ету өтілі екі жылдан кем болмауы керек;
- басқа жару жұмыстарын орындауға жасы 20-дан және қызмет ету өтілі бір жылдан кем болмауы керек.

Жару жұмыстары бойынша сабақтарды өндірістен тыс арнайы рұқсат құжаты бар университеттерде, институттарда, колледждерде және комбинаттың оқу курстарында арнайы бағдарлама бойынша өту керек. Жарушы кәсібі сәйкес бағдарлама бойынша толық курс өткен және емтихан тапсырып «Қопарушының бірыңғай кітапшасын» алған азаматтарға беріледі.

Жарушы кәсібін беруге арналған емтиханды кәсіпорынның жетекшісімен тағайындалған, өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетінің

қызметкері қатысатын кәсіптік комиссия қабылдайды.

Жарушы өз бетінше жару жұмыстарын бір ай тәжірибелі жарушының жетекшілігінде стажировкадан өткеннен кейін жүргізуге болады.

Жарушы кәсібін және «Қопарушының бірыңғай кітапшасын» арнайы курста оқымаған, бірақ жару жұмыстарын басқаруға рұқсаты бар азаматтарға емтихан қабылдау арқылы беруге болады. Оларды өздігінен жару жұмыстарын жүргізуге арнайы стажировкадан өткеннен кейін жібереді.

Жару жұмыстарын қауіпсіз жүргізу талаптарына сәйкес жарушылардың білімі жылына бір рет квалификациялы комиссиямен тексеріледі. Алдын ала жарушылар кәсіпорынның жетекшісімен бекітілген бағдарлама бойынша дайындықтан өтеді.

Егер жарушы жарылғыш заттарды сақтау, тасымалдау және қолдану талаптарын бұзса, онда шахта немесе кеніш жетекшісінің бұйрығымен кезексіз емтихан тапсырады. Емтиханнан өтпей қалған жарушылар жару жұмыстарын жүргізу құқынан айырылады және дайындықтан өткеннен кейін қайта тапсыруға рұқсат алады.

Жарушыларды аттыру жұмыстарының жаңа түріне ауыстырған кезде жаңа бағдарламаға сәйкес қайта дайындықтан өтеді және өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетінің қазметкерлеріне емтихан тапсырады. Өздігінен жару жұмыстарымен айналысу үшін ол 10 күн стажировкадан өтуі керек.

Жарушы газға және шаңға қауіпті көмір шахтасына ауысқан кезде өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетімен келісілген бағдарлама бойынша қосымша дайындықтан өтіп, емтихан тапсыруы керек және 10 күн стажировкадан өтеді, ал өте қауіпті шахталарда 20 күн стажировкадан өтуі керек.

Жарушы жұмысында 1 жылдан аса үзіліс болса, онда ол өздігіннен жару жұмыстарын жүргізу үшін қайта емтихан тапсырып, стажировкадан өтулері керек.

Жару жұмыстарымен айналысатын барлық қызметкерлер жаңадан түскен жарылғыш заттардың, аспаптардың және жабдықтардың құрамы және ерекшеліктерімен танысуы керек.

Жарылғыш заттарды сақтайтын қоймалардың меңгерушілік қызметіне жарылғыш заттарды дайындау технологиясы мамандығы бойынша жоғары оқу орнын бітірген және жару жұмыстарына басшылық етуге рұқсаты бар азаматтар тағайындалады. Сонымен қатар бұл қызметке жарылғыш материалдарды сақтайтын қойма меңгерушісі бағдарламасы бойынша курстан өтіп, емтихан тапсырған жарушыларды да тағайындауға болады.

Уақытша сақталатын қоймаларда меңгеруші қызметіне кітапшасы бар және стажы бір жылдан асатын жарушыларды тағайындауға болады.

Жарылғыш заттарды сақтайтын қоймаларда бөлістіруші қызметіне білімі 9-сынып білімінен төмен емес, жарылғыш материалдарды қоймаларда дұрыс сақтау бағдарламасы бойынша курстан өткен және квалификациялы комиссияға емтихан тапсырып, куәлік алған азаматтар тағайындалады. Олар өз бетінше жұмыс істеуге 10 күн стажировкадан өткеннен кейін жіберіледі.

Жарылғыш зат сақтайтын қоймалардың меңгерушілеріне жару жұмыстарын жүргізуге рұқсат етілмейді. Ал жару жұмыстарымен айналысып жүрген жұмысшыларға қоймаларды меңгеруге болмайды.

Жарылғыш заттарды сақтайтын қоймаларда зертханашы қызметіне арнайы курстан өтіп, емтихан тапсырған азаматтар тағайындалады.

Жарылғыш заттарды механикаланған пункттерде дайындауға сол жұмыс бойынша курстан өткен және емтихан тапсырып куәлік алған азаматтар жіберіледі. 10 күн стажировкадан өткеннен кейін өздігінен жұмыс істеуіне болады.

Жарылғыш материалдарды ғылыми-ізденістік, эксперименттік және оқу саласында қолданатын мекемелерде жарылғыш материалдармен жұмыс істеуге «Қопарушының бірыңғай кітапшасы» бар және стажировкадан өткен қызметкерлер және оқытушылар жіберіледі.

Жарушыларды және жарылғыш заттарды сақтайтын қоймалардың меңгерушілерін дайындайтын арнайы бағдарламалар министрліктермен жасалып бекітіледі. Ал қалған жару жұмыстарымен айналысатын жұмысшылар үшін мекемемен жасалып, өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау органымен бекітіледі.

Жарылғыш материалдарды тасымалдау және жұмыс орнына жеткізу. Жарылғыш материалдарды кәсіпорын бөліктерімен тасымалдау және қабылдау талаптарға сәйкес орындалуы керек. Бұл талаптар кәсіпорын жетекшілерімен бекітіледі [15, 27].

Жарылғыш материалдарды тасымалдаған кезде тиеу-түсіру жұмыстары арнайы дайындалған және қоршалған жерде қарулы күзетшілермен күзетіліп және арнайы тағайындалған адамның назарында орындалуы керек. Бұл алаңға жарылғыш материалдарды тиеу-түсіру жұмыстарына қатысы жоқ адамдар жіберілмейді.

Кәсіпорынның тиеу-түсіру алаңы келесі талаптарға сәйкес болуы керек:

- тиеу-түсіру жұмыстары орындалатын алаң 15 м қашықтықта тікен сымдармен қоршалуы керек. Қоршаудың биіктігі 2 м төмен болмауы керек;

- тәуліктің қараңғы мезгілінде стационарлы электрлі және кеніштік аккумуляторлы жарықшамдармен жарықтандырылуы керек;

- өртке қарсы жабдықтармен қамтамасыз етілуі керек;

- кәсіпорын және өрт сөндіруші қызметпен телефонды байланыс болуы керек.

Жарылғыш материалдарды бір вагонда немесе бір көлікте басқа заттармен араластырып тасымалдауға болмайды. Көліктің бос алаңдарына сәйкес келетін топтың ғана жарылғыш материалдарын салып тасымалдауға болады.

Жарылғыш заттар салынған ыдыстар немесе қаптар түзу жиналып және бір-бірімен тығыз бекітілуі керек, себебі көлік қозғалысында немесе тербелісінде бір-бірімен соғыспауы керек.

Жарылғыш заттар салынған ыдыстар тасымалдаған немесе тиеп-түсірген кезде зақымдалған болса онда жарылғыш материал басқа ыдысқа

салынуы керек.

Жарылғыш материалдарды авто және мото көліктерімен тасымалдаған кезде міндетті түрде арнайы тағайындалған жауапты адам және күзетші болуы керек.

Дүмпіткіштерді және түтінді оқ-дәрілерді тіркегіштерде тасымалдауға болмайды. Жарылғыш материалдарды тасымалдайтын көліктерді басқару үшін арнайы нұсқаудан өткен жүргізушілер ғана жіберіледі. Жарылғыш материалдарды тасымалдаған кезде көлікте оған қатысы жоқ бөтен адамдар болмауы керек.

Жарылғыш материалдарды тасымалдайтын көліктер бірнеше болатын болса, олар колонна болып жылжуы керек және бірінші көлікте жауапты адам ал соңғы көлікте күзетші болуы керек.

Жарылғыш материалдарды тасымалдаған кезде жолда дем алу елді мекендерден тыс жерде, жолдан 100 м қашықтықта іске асырылуы керек және көліктің қозғалтқышы өшіп тұруы керек. Көліктің алдыңғы және арт жағына ескерту белгілері қойылуы керек.

Жарылғыш материалдарды тасымалдайтын көліктерде қызыл түсті жалаулар жасақталуы керек, сонымен қатар тәуліктің қараңғы мезгілінде тасымалдауға арналған жанатын белгілері болуы керек.

Ауа райының жауынды күндері жарылғыш материалдарды тасымалдаған кезде найзағай болатын болса, көліктерді ашық жерге шығарып қозғалтқыштарын өшіріп қою керек және бір-бірінен арақашықтығы 50 м кем болмауы керек. Бұл талаптарды орындау мүмкін болмаған жағдайда тасымалдауға жауапты адам өзінше қауіпсіздік шараларын қолдануға болады.

Жарылғыш материалдар салынған көліктерді өзендерден паромдар арқылы өткізген кезде паромда артық зат, жолаушылар болмауы керек.

Жарылғыш материалдарды жұмыс орнына жеткізу мекеменің жетекшісімен жасалған маршруты бойынша жүргізілуі керек. Жарылғыш заттарды алу-тапсыру және жеткізу жұмыстары мекеменің жетекшісімен анықталады.

Жарылғыш заттар және қоздырғыш құралдарды (инициаторлар) қолданылатын жерге жеке-жеке дорбаларда зауыттық қаптарымен жеткізу керек. Қоздыру құралдары және оталдырғыш-оқшандарды тек жарушының өзі ғана алып жүреді. Оталдырғыш-оқшандар мен дүмпіткіштер ішкі жағы жұмсақ материалмен жабылған қатты қораптарда тасымалдануы керек.

Жарылғыш материалдарды және қоздыру құралдарын бірге тасымалдаған кезде жарушы 12 кг артық жүк алуына болмайды. Ал жарушы көтеріп жүретін оталдырғыш-оқшандардың салмағы 10 кг аспауы керек. Кейбір жағдайларда жарылғыш материалдар және қоздырғыш құралдар салынған дорбаның салмағын 24 кг дейін жоғарылатуға болады. Зауыттық қаптағы жарылғыш заттарды тасымалдаған кезде де сол салмақ нормалары сақталуы керек.

Шахта, кеніш және карьердің жетекшісінің рұқсатымен жарылғыш материалдарды қоймадан қолданылатын жерге тасымалдау үшін келесі жағдайлар сақталуы керек:

- көліктің жүккөтеру қабілеттілігінің 2/3 бөлігіне ғана жарылғыш заттар тиелуі керек;

- қоздырғыш құралдарды көліктің алдыңғы жағында орналасқан, ішкі жағы жұмсақ матамен қапталған, жақсы жабылатын жәшіктерге орналастыру керек;

- көліктерге жарылғыш заттармен қоздырғыш құралдарды бір-бірімен араласпайтындай етіп орналастыру керек;

- зауытты қаптарға немесе арнайы жәшіктерге салынған оқдәрілерді және перфораторлы оқтамдарды басқа жарылғыш заттарға 0,5 м жақын жерге орналастыруға болмайды;

- орналастырған жәшіктерді және қаптарды бір-бірімен үйкелмейтіндей етіп мықтап байлап қою керек.

В және F топтарын есептемегенде жарылғыш материалдарды біріктіріп арнайы көліктерде толық жүккөтергіштігін пайдаланып тасымалдауға болады.

Жарылғыш материалдарды тасымалдауға қолданылатын автокөліктер жарылғыш материалдарды көліктермен тасымалдау талаптарына сәйкес болуы керек.

Жарылғыш материалдарды жерасты жағдайында арнайы жасақталған және қауіпсіздік талаптарын орындайтын кез келген шахталық көлікпен тасымалдауға болады.

Жарылғыш материалдарды оқпанда адамдармен бірге тасымалдауға болмайды. Шахталық оқпанда, оқпан албарында және шахта үстінде оқпан маңайында жарылғыш заттарды тиеу, түсіру және орнын ауыстыру жұмыстары тек жарушының назарында орындалуы керек.

Жарылғыш материалдарды оқпан бойымен түсіріп-көтеру шахталық диспечердің айтуымен жүргізіледі. Жарылғыш материалдар салынған жәшіктер мен қаптар клет биіктігінің 2/3 бөлігінен аспауы, сонымен қатар клет есігінің биіктігінен жоғары болмауы керек. Оқпан бойымен жарылғыш заттар және қоздыру құралдары жеке түсіріп, көтеріледі.

Жарушымен бірге жарылғыш заттарды көлбеу қазбаларда адамдарға арналған арбамен (вагонеткамен) көтеріп-түсіргенде арба ішінде тек бір жарушы ғана отыруы керек.

Егер клеттің ауданы 1 м² жер бір жарушыға тең келетін болса, онда бір мезгілде клетте жарылғыш заттар салынған дорбаларымен бірге бірнеше жарушының түсуіне болады. Жарылғыш заттарымен бірге жарушыларды клетпен көтеріп-түсіру кезексіз орындалады.

Жарылғыш материалдарды жерасты қазбаларымен тасымалдаған кезде жылдамдық 5 м/с аспауы керек. Машинистер көліктерді сілкусіз бір қалыпта жүргізуі керек.

Жарылғыш материалдарды жерасты қазбаларында тасымалдаған кезде келесі жағдайлар орындалуы керек:

- жарылғыш материалдарды тиеу-түсіру жұмыстары тек соған арналған жерлерде жүргізіледі;

- бір теміржол құрамында жарылғыш материалдарды және қоздырғыш

құралдарды тасымалдаған кезде олар жеке арбаларда тасымалданады және арбалардың араларына бос арбалар тіркеледі, яғни жарылғыш заттар мен қоздыру құралдарының арасында 3 м кем емес қашықтық болуы керек;

- дүмпіткіштер ішкі жағы ағашпен қапталған, толық жабылатын қақпағы бар көліктерде тасымалданады. Қалған жарылғыш заттарды қарапайым жабдықталған көліктерде ернеуінің биіктігіне дейін тиіп тасымалдауға болады;

- жарылғыш заттарды электровоздармен тасымалдағанда арбалар қақпақтармен жабылуы керек;

- жарылғыш заттарды тасымалдайтын көліктердің алдыңғы және артқы жағына сәйкес белгілер қойылуы керек;

- жарылғыш заттар тиелген көліктерді басқа шахталық көліктер қарама-қарсы келген жағдайда тоқтап бірінші өткізіп жіберуі керек;

- жарылғыш материалдар арнайы жасақталған арбаларға, контейнерлерге құлыптанып, пломбаланып салынған кезде күзетсіз тасымалдануына болады;

- қауіпсіз жарылғыш заттар сонымен қатар шахталық көліктердің шөміштерінде тасымалдануына болады, ол үшін қосымша қауіпсіздік шаралары орындалуы керек;

- жарылғыш заттарды тасымалдауға қатысып жүрген адамдар өзінсақтандырғыштармен (самоспасатели) қамтамасыз етілуі керек.

Жарылғыш материалдарды сақтау, қабылдау және есептеу тәртібі. Жарылғыш материалдарды сақтау, қабылдау және есептеу бойынша арнайы құрастырылған құжат болады. Бұл құжатты жарылғыш материалдарды қолданатын барлық мекемелер, атқылама және жару аспаптарын қолданатын кәсіпорындар, ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізетін оқу орындары және жару жұмыстарын жүргізетін мекемелер ұстануы керек [15, 27].

Өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитеті жарылғыш заттармен жұмыс істейтін, жарылғыш заттарды тасымалдайтын, сақтайтын мекемелердегі жұмыс тәртібін бақылап отыруы керек. Сонымен қатар олар мекемелердегі жарылғыш заттардың дайындалу, қолданылу және есептелу тәртіптерін тексеріп отыруы керек.

Ішкі істер органы жарылғыш заттарды алу, қолдану және сақтау жұмыстарын тексеріп, рұқсат құжаттарын береді.

Жарылғыш материалдар арнайы жасақталған және барлық талаптарды қанағаттандыратын қоймалар мен бөлмелерде сақталуы керек. Жарылғыш материалдарды сақтауды ұйымдастыру, олардың жоғалуын және бүлінуін болдырмауы керек.

Жарылғыш заттарды сақтайтын орындар кәсіпорынның, өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетінің, ішкі істер органының және өртқадағалау мекемесінің мүшелерінен құралған комиссиямен тексеріліп, содан кейін пайдалануға беріледі. Қойманың сәйкестігі бойынша акт жазылады.

Кәсіпорында әрбір тұрақты және уақытша стационарлы жарылғыш зат қоймаларға сәйкесінше паспорттары болуы керек. Паспорттың бір көшірмесі жарылғыш материалдар сақталатын қойма меңгерушісінің жұмыс орнында

сақталуы керек.

Жарылғыш материалдар сақталатын қоймаларды, бөлістіру камераларын, ғылыми және оқу орындарында жарылғыш материалдар сақталатын сейфтерді пайдалану үшін өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетінен рұқсат құжат алу керек. Жарылғыш материалдарды қоймаларда сақтау талаптары мекеме басшылығымен бекітіліп, өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетімен келісіледі.

Ғылыми және оқу орындарында жарылғыш материалдар арнайы жасалған сейфтерде сақталуы керек. Жаңа жасалған жарылғыш материалдарды бұрынғы рұқсаты бар жарылғыш заттармен бірге сақтауға болмайды. Жарылғыш материалдар сақтайтын орындар құлыппен жабылып пломбалануы керек.

Жарылғыш материалдар салынған жәшіктер, қаптар, қораптар және контейнерлер сақталатын жерде қақпақтармен жабылған және байланған болуы керек.

Тәулік бойы жұмыс істейтін жарылғыш зат қоймалары құлыптануды және пломбалануды қажет етпейді.

Жарылғыш материалдарды қолдану жұмыстары 6 ай мерзімге тоқтаған болса, қоймада қалған жарылғыш материалдардың қалдықтары басқа жерге көшірілуі керек.

Жарылғыш материалдарды тіркеу, есептеу және бөлістіру тәртібі. Сақталу орнына жеткізілген жарылғыш материалдар тез арада бөлмелерге орналастырылуы керек және зауыттан жіберілген құжатқа сәйкес наряд құжаттары толтырылады [15, 27].

Жарылғыш материалдар қоймаларға келіп түскеннен кейін мекеме жарылғыш заттардың кірісін және шығысын есептейтін кітапша арнайды (1-үлгідегі кітапша). Сонымен қатар жарылғыш заттарды бөлістіру және қайтым жарылғыш заттарын тіркейтін кітапша болуы керек (2-үлгідегі кітапша).

Жарылғыш заттағы зауытта қойылған жеке нөмірлер 2-үлгідегі кітапшаға тіркеледі. Электрдүмпіткіштер және металл гильзадағы дүмпіткіш капсюльдер арнайы құрылғылары бойынша кітапшаға белгіленуіне болады.

Есептеу формалары:

Жарылғыш заттардың кірісін және шығысын есептейтін кітапша (1 пішінді кітапша) нөмірленіп және мөрмен бекітілген болуы керек.

Кітапты базисті немесе бөлістіру қоймаларының меңгерушілері және бөлістірушілері алып баруы керек.

Әрбір жарылғыш материалдар аттарына байланысты жеке есептелуі керек. Аттарына байланысты жарылғыш материалдардың қалдықтары есептеліп, тәуліктің аяғында кітапшаға тіркелуі керек. Кітапшаға тек тәулік ішінде мөлшері өзгерген жарылғыш материалдарды тіркеп отыру керек.

Жарылғыш заттарды бөлістіру және қайтым жарылғыш заттарын тіркейтін кітапша (2-үлгідегі кітапша). Бұл кітапшаға бір тәулік ішінде жарушылардың алған жарылғыш заттарының мөлшері және қоймаға қайтып өткізілген саны жазылып отырады. Тәуліктің соңында жарылғыш материалдардан қанша жұмсалғаны анықталып, тіркеледі.

Жаппай жару жұмыстарын жүргізген кезде жұмыс орнында жарылғыш заттарды беруге және қайта қабылдауға болады. Жарылғыш материалдардың кімге берілгені және алдағы оның жұмсалуды да кітапшаға жазылып отыруы керек.

Жарылғыш материалдарды бір жерден екінше жерге сақтау үшін жібергенде наряд-тіркеме құжаты толтырылады (3-үлгідегі құжат). Ол құжатты мекеменің бухгалтерлік бөлімі толтырады және жетекшімен бекітіледі. Наряд-тіркеме құжаты жарылғыш материалды алушы жаққа қойма меңгерушісіне көрсету үшін сенім хатпен бірге беріледі.

Қойма меңгерушісі жарылғыш заттарды жібергеннен кейін наряд құжатының бір көшірмесін қоймада сақтайды, ал екіншісі алушыға кепілдік құжат ретінде беріледі. Жарылғыш заттарды бір қоймадан екінші бір қоймаға жеткізгеннен кейін екінші қойма жарылғыш заттарды қабылдағаны туралы наряд құжатына белгі қояды.

Наряд-тіркеме құжатын жарылғыш материалдарды қоймадан учаскелік пункттерге сақтауға және жаппай аттыру орындарына жіберген кезде қолдану керек. Мұндай жағдайда наряд құжатының екі көшірмесі жасалып, жетекшімен бекітіледі. Оның бір көшірмесі қойма меңгерушісінде қалады, ал екіншісі жарушыға беріледі.

Жарылғыш материалдарды жару жұмыстарын жүргізу үшін жарушыға берген кезде наряд-жолдама құжаты толтырылады (наряд-путевка 4-үлгідегі құжат). Жолдама құжатына жару жұмыстары жүретін аймақтың басшылығы тарапынан қол қойылуы керек.

Газ бен шаңнан қауіпті шахталарда және кеніштерде жолдама құжатына, соған қоса жару жұмыстарын жүргізетін және желдету қызметі жетекшісімен қол қойылып шахта басшылығымен бекітілуі керек.

Жару жұмыстары біткеннен кейін жарушы және техникалық қауіпсіздікті бақылау бөлімінің қызметкері жолдама құжатта жарылғыш материалдардың нақты шығыны туралы белгі қояды. Жарылғыш материалдардың қалдық мөлшері жолдама құжатымен бірге ауысым уақыты біткеннен кейін қоймаға қайта тапсырылады. Қоймаға түскен жолдама қағазы негізінде жарылғыш заттардың нақты шығыны кітапшаға тіркеледі.

Наряд-жолдама құжаты қоймаға келіп түскен қалдық жарылғыш материалдарды кітапшаға тіркеу үшін қолданылатын негізгі құжат болып табылады.

Кіріс-шығыс құжаттарын қарындашпен толтыруға болмайды, сонымен қатар бұл құжаттарда түзету сандары жазылған болса, оның бәріне түсініктеме болуы керек. Кіріс-шығыс құжаттары мекемеде 3 жылға дейін сақталуы керек.

Жарылғыш зат қоймаларында құжаттарға қол қоятын азаматтарының қол қойылған үлгілері болуы керек. Басқа қолмен келген құжаттар бойынша жарылғыш материалдар берілмейді.

Теміржол станцияларына немесе жағажайларға келіп түскен жарылғыш материалдарды алу үшін мекеменің жетекшісі жауапты қызметкерді сенім хатпен және қарулы күзетпен бірге жібереді.

Мекеменің бухгалтерлік бөлімі кіріс-шығыс құжаттары негізінде есеп-

кисап жұмыстарын жүргізіп отырады және сол туралы қойма меңгерушісіне хабарлап отырулары керек. Жарылғыш материалдарды есептеу жұмыстары ай сайын арнайы тағайындалған комиссиямен тексеріліп отыруы керек.

Жарылғыш материалдардың сапасын сынау және жою. Тасу және сақтау нәтижесінде жарылғыш зат өзінің бұрынғы сапасын жоғалтуы мүмкін. Сапасыз жарылғыш зат және жару құралдары өте қауіпті болғандықтан, оларды өндірісте қолдануға болмайды. Сондықтан жарылғыш заттармен жару құралдары уақытымен саналып және олардың сапасызданғандары арнайы әдіспен жойылып отырады [15, 27].

Зауыттан шығарылған әрбір жарылғыш заттың кепілдік мерзімі болады. Мысалы, аммониттердің кепілдік мерзімі жарты жылға дейін. Бұл жарты жыл ішінде аммониттердің атылғыштық қасиеттері онша көп өзгере қоймайды. Сондықтан жарылғыш заттарды сынау көбінесе, кепілдік мерзімінің аяқ кезінде жасалады. Егер жарылғыш зат және жару құралдарының сапасына күдік туғандай болса, онда көрсетілген мерзімді күтпей-ақ қолма-қол сынау жұмыстары жүргізіледі.

Бұл мерзімде сынаумен қатар қолдануға берерден бұрын жару құралдары төмендегі түрде тексеріледі:

а) дүмпіткіш капсульдердің гильзаларының бүтін және таза екендігі байқалуы керек;

ә) электрдүмпіткіштердің гильзасын байқаумен қатар олардың токжүргізу қабілетін тексеру керек;

б) отпілте мен дүмпіткіш пілтенің сыртқы қабаттарының бүтіндігін және ішкі өзегінің тұтас екендігін байқау керек.

Негізгі жарылғыш заттар мен қоздыру құралдарын сынау әдістерін осы оқулықтың *3.9.3-бөлімінде* атап кеттік.

Сапасыз жарылғыш заттарды жою жұмыстары арнайы алаңда комиссияның қатысуымен жүргізіледі. Жарылғыш заттармен аттыру құралдарын аттырып, жағып, суға батырып және суда ерітіп жоюға болады. Аттыру әдісімен дүмпіткіштерді, дүмпіткіш пілтелерді және дүмпуге сезімталдығын жоғалтпаған жарылғыш заттарды, жағу арқылы аттыруға көнбейтін жарылғыш заттарды жояды. Суға батыру арқылы жою әдісін терең теңіздерде ғана жүргізу керек. Суда еріту арқылы суға оңай еритін жарылғыш заттарды жояды.

Жарылғыш материалдарды кәсіпорынның жетекшісінің жазбаша бұйрығы негізінде жояды. Әрбір жойылған жарылғыш материалдар туралы акт түзіледі, мұнда жарылғыш заттың аты, мөлшері және жойылу себебі жазылады.

Жарылғыш материалдарды жою жұмыстарын қойма меңгерушісінің басшылығымен немесе өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетінің қызметкерінің қатысуымен жарушы орындайды.

Аттырып жою үшін қоздырғыш зат ретінде сапалы жарылғыш заттар қолданылуы керек. Оқшандалған жарылғыш заттарды пачкасымен, пілтелерді орамдарымен жояды.

Жарылғыш материалдарды жағып жою жұмыстары құрғақ ауа

райында жүргізілуі керек.

От және дүмпіткіш пілтелерді ашық отта жеке жою керек және бір рет жойылатын заттың массасы 10 кг аспауы керек. Оқдәрілерді жойған кезде оларды жерге 10 см тереңдікке орналастырып жағады.

Жарылғыш материалдарды қаптарымен жағып жоюға болмайды. Жарылғыш заттарды жағудан бұрын оларды тексеріп алу керек.

Жарылғыш материалдарды жағып жоятын от көлемі өте үлкен болуы керек. Жанып жойылған жерді от толық сөнгеннен кейін барып тексереді.

Суға еріту әдісін суға еритін жарылғыш заттарды жоюға қолдануға болады. Жою жұмыстары біткеннен кейін оған қатысқан қызметкерлер жұмыстың нәтижесін тексеріп сәйкес құжаттарды толтырады.

Жарылғыш материалдарды сақтайтын қоймалардың құрылысы және оларды пайдалану. Жарылғыш материалдарды сақтайтын қоймалар орналасу орнына байланысты жербеті, жартылай жерасты, тереңге орналасқан және жерасты болып бөлінеді [15, 27].

Жербеті қоймаларына жербеті деңгейінің жоғарғы бетінде орналасқан қоймалар; жартылай жерасты қоймаларға ғимараттың жарты бөлігі жер деңгейінің астында жатқан қоймалар жатады; тереңге орналасқан қоймаларда – қойманың жоғарғы бетіне көмілген топырақтың биіктігі жербетіне дейін 15 м аз болады, ал қоймалар 15 м артық тереңдікте жатса, жерасты деп аталады.

Пайдалану мерзіміне байланысты қоймалар тұрақты, уақытша және қысқа мерзімді болып бөлінеді.

Арналу мақсатына байланысты жарылғыш заттарды сақтайтын қоймалар базисті және жұмсаушы (расходные) болып екіге бөлінеді.

Базистік қоймалардың жалпы сыйымдылығы 420 т жарылғыш зат орналасу есебінен артық болмауы керек.

Жербеті және жартылай жерасты жұмсаушы қоймаларда:

Тұрақты жұмсаушы қойманың жалпы сыйымдылығы 240 т аспауы керек.

Уақытша жұмсаушы қойманың жалпы сыйымдылығы 120 т аспауы керек.

Қысқа уақытты жұмсаушы қойманың жалпы сыйымдылығы жобадағы саннан аспауы керек.

Жерасты үлестіруші қойманың жалпы сыйымдылығы және жеке камералардың сыйымдылығы жобамен анықталуы керек. Сонымен қатар көмір шахталарында қойма сыйымдылығы жарылғыш зат қорының жеті тәулікті мөлшерінен артық болмауы керек. Жеке бөлістіру камерасының шектік сыйымдылығы жерасты қазбаларында 2 т аспауы керек.

Ғылыми-зерттеу институттарында, зертханаларда және оқу орындарында жарылғыш заттарды сейфтерде сақтауға рұқсат етіледі, олардың жалпы көлемі 10 кг, дүмпіткіштер 500 дана, пілтелер 300 м аспауы керек.

Кәсіпорындарда жарылғыш заттарды сынақтан өткізетін және жоятын мүмкіндіктер болуы тиіс. Осы мақсатта полигондар мен зертханалар салынуы керек. Базистік қоймаларда жарылғыш заттарды жарушыларға беру операциялары қоймаға кіреберісте орындалуы, бірақ жарылғыш материалдар

сақталатын жерден 20 м артық тамбурмен бөлінген жерде болуы керек. Сонымен қатар келесі жағдайлар орындалуы керек:

- жоғарыда айтылған бөлмеде жарылғыш заттардың жалпы мөлшері 3000 кг және дүмпіткіштер саны 10000 данадан артық болмауы керек;

- дүмпіткіштер салынған жәшіктер бөлменің сыртқы жағының қабырғасында стиллаждарда орналасуы керек.

- дүмпіткіштерді жарушыларға беру үшін жақтаулары бар стол болуы керек және оны статикалық электрлі зарядтардан сақтану үшін жерге тұйықтап қояды (заземление).

Жарылғыш материалдарға арналған қоймалардың едендерінде жарықшақтар болмауы керек және қабырғалары ақталып немесе боялған болуы, сонымен қатар ол желденіп тұруы керек.

Тұрақты және уақытша қоймаларда екі: жұмысшы және қосалқы жарық көзі болуы керек. Олар жарылғыш заттармен жұмыс істеген кезде 30 люкс есеппен қамтамасыз етілуі керек.

Қоймалардағы жарылғыш материалдарды сақтайтын сөрелер қабырғаларға 20 см, ал еденге 10 см қашықтықпен орналасуы керек. Сөрелердің арақашықтығы оларға орналасатын жарылғыш зат жәшіктерін қойған кезде арасындағы саңылау 4 см қалатындай етіп жасалуы керек.

Қойма ішіндегі және аммиакты селитралы ЖЗ-ды сақтайтын контейнерлердегі температура 30⁰С аспауы керек. Қойма ішінде тиеп-түсіру жұмыстары тек осы мақсатқа арналған механизмдермен орындалуы керек. Қойма ішінде жұмыс істейтін механизмдер жалын сөндіргіш жабдықтармен қамтамасыз етілуі керек. Әрбір қоймаға апат болған кезде оны жою үшін құрастырылған жоспарлары болуы керек.

Жербетінде орналасатын тұрақты қоймалар келесі талаптарды қанағаттандыруы керек:

- жауын және қардан болатын шалшық суларды ағызып жіберетін арықтар болуы тиіс;

- жолдар мен жерасты өткелдерін таза және бүтін ұстау керек;

- жарылғыш заттар сақтайтын бөлмелерді автокөліктер еркін кіріп-шығатындай және өртке қарсы талаптарды қанағаттандыратындай арақашықтықта орналастыру керек;

- қоймалар қоршаумен қоршауланады және ені 50 м болатын кіруге тыйым салынатын аймағы болуы керек.

Қойма алаңында тек жарылғыш заттар сақтайтын бөлмелер, жарылғыш заттарды бөлістіретін ғимараттар, қарапайым түйіршікті жарылғыш заттарды жасайтын арнайы алаңдар, зертханалар, күзет мұнарасы, күзет иттеріне арналған үйшіктер, өртке қарсы жабдықтарды сақтайтын бөлмелер және сужинағыштар болуы керек.

Кіруге тыйым салынатын аймақтан сырт жерде жарылғыш заттарды сынайтын және жоятын полигон болуы керек.

Тұрақты қоймаларды мүмкін болғанынша өртке тұрақты материалдардан салу керек және бөлмелеріндегі температура 30⁰С аспайтындай болуы керек. Барлық қоймалар сонымен бірге күзет бөлмелері

телефонды байланыста болуы керек.

Өрт болып кету жағдайына байланысты қойманың айналасында 5 м қашықтықта өсімдіктер болмауы керек және қойманы айналдыра үйіншіктер жасау керек, бұл дүмпу күшін сөндіру қызметін атқарады. Қоймалардың жан-жағына найзағайдан қорғану жабдықтары орнатылады (молниезащита).

Жерасты жағдайында жарылғыш материалдар ерекше жабдықталған қазбаларда, камераларда сақталуы керек. Жерасты қоймаларында аттыру, бақылау және өлшеу құралдары арнайы жасақталған шкафтарда сақталуы керек. Жерасты қоймаларында аккумуляторлы тиегіштерді пайдалануға болады.

Жерасты қоймаларының орналасу жағдайы келесі талаптарды қанағаттандыруы керек:

- қойманың оқпанға дейінгі арақашықтығы, камералық түрдегі қоймада 100 м, жәшікті түрдегі қоймада 50 м кем болмауы керек;
- қойманың адамдар өтетін өткелдерден арақашықтығы сәйкес 20 м және 25 м кем болмауы керек;
- жарылғыш заттарды сақтауға арналған камералық немесе жәшікті түрдегі қоймалар орналасқан жерасты қазбасы негізгі қазбамен үш немес төрт тікбұрышты түйіскен қосымша қазбалар арқылы қосылуы керек;
- қоймалардың өлшемдері оның ішінде жүретін көліктердің еркін қозғалысын қамтамасыз ететіндей болуы керек;
- әр бір қойма екі шығатын есікпен жабдықталуы керек.

Жерасты қоймалары көмекші камералармен жабдықталуы керек. Көмекші камераларға:

- электрдүмпіткіштерді және тұтандырғыш түтіктерді тексеретін бөлмелер;
- жарылғыш материалдарды бөлістіретін бөлмелер;
- тиеу-түсіру операцияларына пайдаланылатын механизмдер орналасатын бөлмелер;
- дорбаларды сақтайтын бөлмелер және т.б. жатады.

Қоймалар орналасатын қазбалар өртке тұрақты бекітпелермен бекітіледі және ақталуы керек. Қойманы таза ауа ағынымен желдетіп отырған жөн. Сонымен қатар жарықшамдармен қамтамасыз етіледі.

Жару жұмыстарын жарылғыш материалдар сақталатын қоймалардан 30 м артық жерде орындау керек.

Қойма ішіндегі электрлі жабдықтар жобамен бекітілуі және мұнда тек оқшауланған заттарды ғана қолдану керек. Қойманың жұмысшы жарықтануы 220 В шамдармен іске асырылуы тиіс. Апатты жарықтандыру үшін қоймаларда кеніштік аккумуляторлы жарықшамдарын қолдануға болады.

Осы бөлім бойынша студенттер төменде берілетін есептерді шығара отырып, ары қарай өз білімдерін тәжірибелік жолмен нығайта түседі.

Жарылғыш заттардың бризанттылығын және жұмыс істеу қабілеттілігін анықтау.

1. Жарылғыш заттың бризанттылығын анықтау үшін массасы 50 г, диаметрі $d=40$ мм және тығыздығы $\Delta=1,0$ г/см³ жарылғыш затты диаметрі 40 мм және биіктігі 60 мм болатын қорғасын цилиндрінің үстіне орналастырып аттыру қажет (3.5-сурет). Сонда жарылысқа дейінгі цилиндр биіктігі мен жарылыстан кейінгі цилиндр биіктігінің айырмашылығынан жарылғыш заттың бризанттылығы сипатталады. Өлшеу жұмыстарын төрт нүкте арқылы орындау қажет [17].

1-мысал. 6ЖВ аммонитінің бризанттылығын анықтаймыз. Ол үшін келесі мәліметтер берілген – қорғасын цилиндрінің жарылыстан кейінгі өлшемдері: $h_1=44$ мм; $h_2=44,5$ мм; $h_3=45,5$ мм; $h_4=46$ мм.

Шешімі. Жарылыстан кейінгі сығылған қорғасын цилиндрінің орташа биіктігін анықтаймыз:

$$h_{cp} = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} = \frac{44 + 44,5 + 45,5 + 46}{4} = 45 \text{ мм.} \quad (3.9)$$

Қорғасын цилиндрінің биіктіктерінің өзгеруіне байланысты 6ЖВ аммонитінің бризанттылығы:

$$h_a = h_o - h_{cp} = 60 - 45 = 15 \text{ мм-ге тең болады.} \quad (3.10)$$

2. Жарылғыш заттардың жұмыс істеуге қабілеттілігін анықтау үшін массасы 10 г жарылғыш затты қорғасын цилиндріндегі қуысқа салып, аттыру қажет (3.6-сурет). Қорғасын цилиндріндегі қуыстың стандартты көлемі $V_1=61$ см³.

Жарылғыш заттың жұмыс істеуге қабілеттілігі:

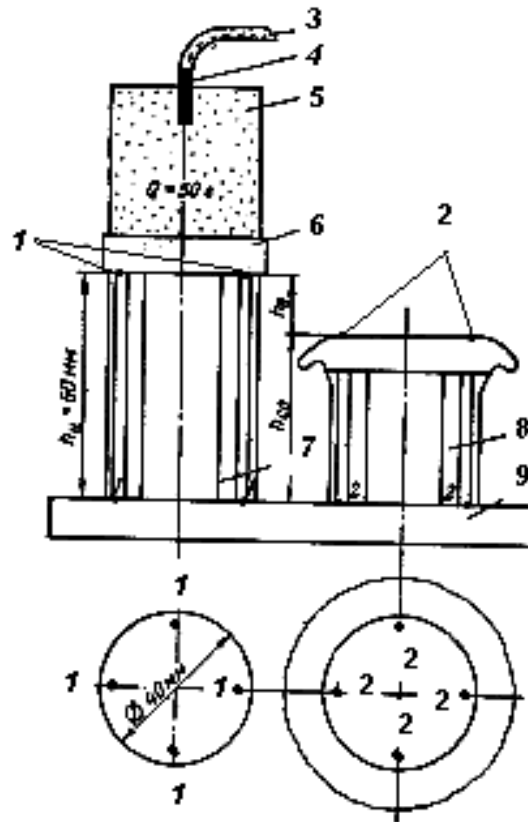
$$X_1 = V - V_1, \text{ см}^3 \quad (3.11)$$

формуласымен анықталады. Мұндағы V – жарылыстан кейінгі кеңейген қуыс көлемі, см³;

V_1 – жарылысқа дейінгі цилиндр қуысының көлемі, см³.

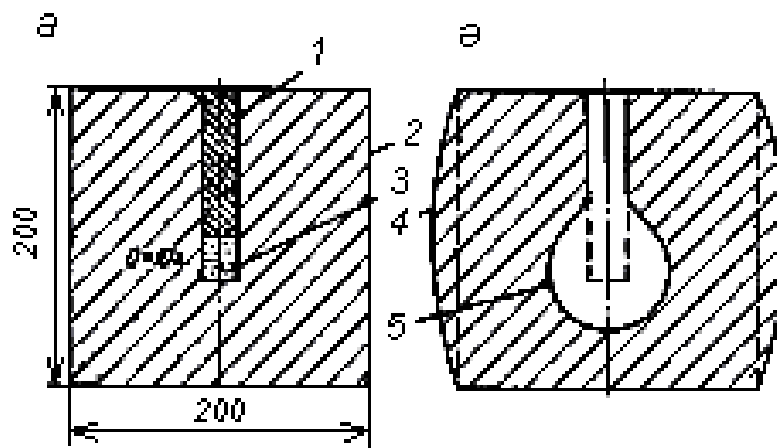
Жарылғыш заттардың жұмыс істеуге қабілеттілігін анықтау кезінде қоршаған ортаның стандартты температурасы $+15^{\circ}\text{C}$ деп қабылданған. Ал басқа температуралық жағдайларда келесі түзетулерді енгізу қажет:

Сынақ кезіндегі цилиндр температурасы, $^{\circ}\text{C}$	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0
Түзету мәні, %.....	+18	+16	+14	+12	+10	+7	+5
Сынақ кезіндегі цилиндр температурасы, $^{\circ}\text{C}$	+5	+8	+10	+15	+20	+25	+30
Түзету мәні, %.....	+3,5	+2,5	+2	0	-2	-4	-6



3.5-сурет. Жарылғыш заттардың бризанттылығын анықтау:

1-жарылысқа дейінгі өлшеу нүктелері; 2-жарылыстан кейінгі өлшеу нүктелері; 3-отпілте; 4-дүмпіткіш капсуль; 5-ЖЗ оқтамы; 6-болат дөңгелек; 7-жарылысқа дейінгі қорғасын цилиндрі; 8-жарылыстан кейінгі қорғасын цилиндрі; 9-болат плита; $h_{ц}$ – жарылысқа дейінгі цилиндр биіктігі; $h_{ср}$ – жарылыстан кейінгі цилиндрдің орташа биіктігі; $h_б$ – бризанттылық мөлшері



3.6-сурет. Жарылғыш заттардың жұмыс істеу қабілеттілігін анықтау:

а – жарылысқа дейінгі; б – жарылыстан кейінгі; 1-цилиндр қуысы; 2-жарылысқа дейінгі цилиндр жиегі; 3-ЖЗ оқтамы; 4-жарылыстан кейінгі цилиндр жиегі; 5-жарылыс нәтижесінде цилиндрдің кеңеюі

2-мысал. Массасы 10 г 9ЖВ аммонитін аттырған кезде, қорғасын цилиндрінің қуысының көлемі 331 см^3 құрады [17].

Сынақ кезінде қорғасын цилиндрінің температурасы – 22°C болды. Осы жағдайдағы 9ЖВ аммонитінің жұмыс істеуге қабілеттілігін анықтаймыз.

Шешімі. 1. Интерполяция әдісімен температуралық түзетуді анықтаймыз: ең жақын мән -20°C және -25°C , олардың сәйкесінше түзету мәндері $+14\%$ және $+16\%$. 5°C температураның айырмашылық мәні 2% құрайды. Осы мәндер аралығындағы түзету:

$$\frac{16 - 14}{25 - 20} = \frac{2}{5} = 0,4\%$$

-22°C температураның түзету мәні келесідей:

$$+14\% + 2 \cdot 0,4 = +14,8\%$$

2. Цилиндр қуысының жарылысқа дейінгі және жарылыстан кейінгі көлемдерінің айырмашылығын анықтаймыз:

$$X_1 = V - V_1 = 331 - 61 = 270 \text{ см}^3.$$

3. Температуралық түзетуді ескергендегі 9ЖВ аммонитінің жұмыс істеу қабілеттілігі:

$$X_T = X_1 \pm \frac{X_1 t^1}{100}, \text{ см}^3 \quad (3.12)$$

формуласымен анықталады. Мұндағы t^1 – температуралық түзету мәні, %;

X_T – температуралық түзетуді ескергендегі ЖЗ жұмыс істеуге қабілеттілігі, см^3 .

Сонда:

$$X_T = 270 + \frac{270 \cdot 14,4}{100} = 308,8 \text{ см}^3 \approx 309 \text{ см}^3.$$

Бақылау сұрақтары

1. Өнеркәсіптік жарылғыш заттар қолданылу жағдайы бойынша қандай топтарға бөлінеді?
2. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың негізгі компоненттерін атаңыз?
3. Құрғақ ұнтақталған және түйіршіктелген жарылғыш заттар қатарына қандай заттар жатады?
4. Құрамында суы бар жарылғыш заттар тобына қандай заттар кіреді?
5. Ашық және жерасты тау-кен жұмыстарына арналған, құрамында жарылғыш компоненттері жоқ жарылғыш заттар қатары қандай заттардан тұрады?
6. Ашық және жерасты тау-кен жұмыстарына арналған түйіршіктелген тротилді жарылғыш заттар құрамы қандай болады?
7. Жерасты тау-кен жұмыстарына арналған ұнтақталған және тығыздалған жарылғыш заттар тобына қандай заттар жатады?
8. Құрамында су ұстайтын жарылғыш заттардың негізгі сипаттамаларын атаңыз?

9. Жербетіндегі жарылыстарда қолданылатын оқдәрі және оксиликвиттердің негізгі түрлерін атаңыз?

10. Сақтандырғыш жарылғыш заттардың құрамы және жалпы сипаттамасын атаңыз?

11. Өнеркәсіптік жарылғыш заттарды қалай және қандай әдістермен сынайды?

12. Жарылғыш заттардың жарылғыштық қасиетін қандай әдістермен бағалауға болады?

13. Жарылғыш заттардың технологиялық тұрақтылығын атаңыз?

14. Жарылғыш материалдарды қолдануда қандай жалпы талаптар қойылады?

15. Жарылғыш материалдарды сақтау, қабылдау және есептеу тәртібі қалай іске асырылады?

16. Жарылғыш материалдарды сақтайтын қоймалардың құрылысы және оларды пайдалану тәртібін атаңыз?

17. Жарылғыш материалдарды тасымалдау және жұмыс орнына жеткізу талаптарын атаңыз?

18. Жарылғыш заттардың бризанттылығын және жұмыс істеу қабілеттілігін анықтаудың зертханалық және тәжірибелік әдістерін атаңыз?

4. ӨНЕРКӘСІПТІК ЖАРЫЛҒЫШ ЗАТТАРДЫ ҚОЗДЫРУ ӘДІСТЕРІ МЕН ҚҰРАЛДАРЫ

4.1. Жарылғыш зат оқтамдарын қоздыру әдістері

ЖЗ оқтамын қоздыру үшін көлемі аз жарылыс күші қолданылады. Мысалы, дүмпіткіш капсуль, электрдүмпіткіш, дүмпіткіш пілте және аралық дүмпіткіштер. Дүмпіткіш капсуль ішіндегі өте сезімтал ЖЗ, отпілтенің жану әсерінен атылады. Электрдүмпіткішті электр тогының күшімен, яғни электр тогының әсерінен дүмпіткіш ішіндегі көпір қызып, жанғыш зат жанады да, электрдүмпіткіш атылады. Электрсіз қоздырғанда соққы толқыны қолданылады [1, 2, 4].

Ашық тау-кен жұмыстарында ЖЗ оқтамын қоздыру үшін өзегі қуатты ЖЗ жасалған (ТЭН, гексоген) дүмпіткіш пілте қолданылады. Дүмпіткіш пілтенің өзі дүмпіткіш капсуль немесе электрдүмпіткішпен қоздырылады. Өнеркәсіптік ЖЗ қоздыруға қолданылатын құралдардың жиынтығын – *қоздыру құралдары* деп атайды.

Дүмпіткіш капсуль немесе электрдүмпіткіштерді жасауға қолданылатын ЖЗ *бастапқы* және *екінші реттік* (4.1-кесте) болып бөлінеді. Бастапқы ЖЗ ретінде, механикалық және жылулық әсерлерге бейім, көлемі аз болса да (0,05–0,5 г) атылатын күркіреуік сынап, қорғасын тринитрорезорцинаты (ТНРС), қорғасын азиді қолданылады.

Бастапқы қоздырғыш ЖЗ, өзінен қуаты жоғарырақ, екінші реттік жарылғыш заттарды (тетрил, гексоген, ТЭН) қоздырады. Екінші реттік қоздырғыш ЖЗ жарылысынан аралық дүмпіткіштер, өнеркәсіптік ЖЗ немесе аралық дүмпіткіш шашкалары атылады. Аралық дүмпіткіштерді салмағы – 400–800 г тротил немесе тротил мен гексоген қоспасынан жасайды және ортасынан дүмпіткіштерді орналастыруға арналған тесік ойылады.

Күркіреуік сынап $Hg(ONC)_2$ – түсі ақ немесе сұр кристалды улы ұнтақ. Оның жану температурасы $160^{\circ}C$, жарылысқа өте бейім ЖЗ. Оның құрамында ылғалдың мөлшері 30% асып кететін болса, ол атылмайды да, жанбайды да. Сондықтан оны су құйылған ыдыстарда сақтайды. Тығыздалып жасалған күркіреуік сынаптың қоздырғыштық қасиеті жоғары және сыртқы әсерге сезімталдығы төмен келеді. Сондықтан дүмпіткіштерді жасаған кезде күркіреуік сынаптың тығыздалған түрі қолданылады. Күркіреуік сынап ылғал дәрежесі жоғарылаған кезде мыспен реакцияға түсіп, өте сезімтал мыс фульминаттарын түзеді. Осыған байланысты гильзасы мыстан жасалған дүмпіткіштерді ылғалдан сақтау қажет. Ал күркіреуік сынап алюминиймен реакцияласа, атылмайтын қоспалар түзіледі. Осы себепті дүмпіткіш жасауға күркіреуік сынап қолданылған жағдайда, оның гильзасы ретінде алюминийді пайдалануға болмайды. Күркіреуік сынаптың жарылысынан, экологиялық зиянды қоспалар бөлінеді. Сондықтан, оны көп мөлшерде қолданған тиімсіз.

Қорғасын азиды $Pb(N_3)_2$ – түсі ақ ұсақ кристалды ұнтақ. Ол суда ерімейді, ылғалданған кезде дүмпіткіштік қасиетін жоймайтын ЖЗ. Қорғасын азиды ылғал болған жағдайда көмірқышқыл газының әсерінен көмірқышқыл

тұзына айналып кетеді де, оның сезімталдығы төмендейді. Қорғасын азиды мыспен араласса, өте сезімтал қауіпті қоспалар пайда болады. Сондықтан дүмпіткіштерді жасағанда оларды алюминий гильзаларға салады. Қорғасын азиды күркіреуік сынапқа қарағанда, қуатты болып келеді. Қорғасын азидының жарылысынан бөлінетін газдар күркіреуік сынаптың газдарына қарағанда, улылығы төмен болып келеді. Сондықтан көбінесе, дүмпіткіштерде қорғасын азиды қолданылады. Қорғасын азиды от ұшқынынан от алуға онша бейім болмағандықтан, оны ұшқыннан от алуға бейім ЖЗ (ТНРС) бірге қолданады.

ТНРС $C_6H_2(NO_2)_3PbH_2O$ – түсі сары кристалды ұнтақ. Металлдармен әсерлеспейді. Оның сезімталдығы алдыңғы қоздырғыш жарылғыш заттар арасында орташа. Ал қоздыру қасиеті оларға қарағанда төменірек. Осыған байланысты оны массасы 0,1 г аралық оқтам ретінде қолданады. Яғни қорғасын азидынан қозып, екінші бастауышқа импульс береді.

Екінші реттік қоздырғыш ЖЗ бастапқыға қарағанда, сезімталдығы төмен, бірақ қуаты жоғары болады. Бұл ЖЗ мақсаты – бастапқы қоздырғыш импульсін күшейтіп, негізгі өнеркәсіптік ЖЗ беру. Соның әсерінен, ЖЗ оқтамы атылуы керек.

Тетрил (тринитрофенилметилнитрамин) $C_6H_2(NO_2)4NCH_3$ – түсі сары, ұнтақ кристал. Тұтанған кезде өте жылдам жанады және жанған кезде атылып та кетуі мүмкін. Ол металлдармен әсерлеспейді. Жарылғыштық қасиеті өте жоғары. Екінші реттік қоздырғыш ЖЗ ретінде қолданылады.

ТЭН (пентаэритриттетранитрат) $C_5H_8(ONO_2)_4$ – түсі ақ кристалды ұнтақ. Ол ылғал тартпайды және суда ерімейді. Аз от көлемінен тұтанбайды, бірақ аз мөлшерде жақсы жанады. Қуатты екінші реттік ЖЗ қатарына жатады. Оны негізінен дүмпіткіш пілте, кейбір жағдайларда электрдүмпіткіш жасағанда қолданады.

4.1-кесте

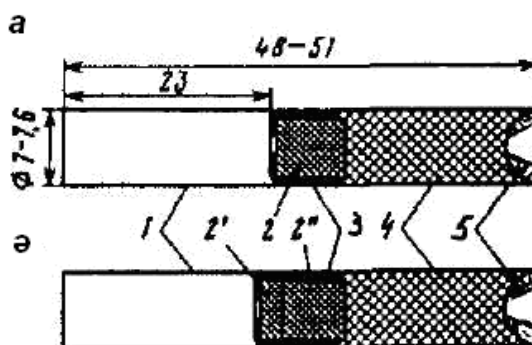
Қоздырғыш жарылғыш заттардың сипаттамалары

Көрсеткіштері	Күркіреуік сынап	Қорғасын азиды	ТНРС	Тетрил	ТЭН	Гексоген
Жарылыс жылуы, кДж/кг	1697	1596	1751	4517	5908	5489
Газдар көлемі, л/кг	316	308	448	413	780	890
Жарылыс температурасы, °С	4450	4300	3030	3810	4000	3850
Тығыздығы, г/см ³	3,5	4,6	2,9	1,0	1,0	1,05
Оттегілік балансы, %	-11,8	-	-56,0	-47,4	-10,1	-20,1
Дүмпу жылдамдығы, км/с	5,4	5,3	5,2	7,3	8,2	8,3
Қорғасын бомбасындағы жұмыс істеуге қабілеттілігі, см ³	110	115	110	350	500	520
Жану температурасы, °С	165	327	270	195	220	203
Соққыға бейімділігі (2 кг салмақ түскенде), мм	20	40	110	300	300	300

4.2. Оқтамды отпен қоздыратын құралдар және қоздыру технологиясы

Дүмпіткіш капсуль (4.1-сурет) диаметрі 6–7 мм және ұзындығы 47–51 мм, ішіне бастапқы (күркіреуік сынап (2), ТНРС (2¹) және қорғасын азиды (2¹¹)) және екінші реттік (3) қоздырғыш ЖЗ (тетрил (4)) салынған цилиндрлі гильза (1) (мыстан, алюминийден және металл емес заттардан жасалады) [1, 2, 4].

Қоздыру әсерін күшейту үшін дүмпіткіш капсульдің түбінде кумулятивті ойықша (5) болады.



4.1-сурет. Дүмпіткіш капсуль:

a – күркіреуік сынапты-тетрилді № 8С; *б* – азидті-тетрилді № 8А

Дүмпіткіш гильзасына бірінші, екінші реттік ЖЗ тығыздалып салынып, содан кейін ортасы тесік металл чашкаға орналасқан (3) бірінші реттік ЖЗ салынады. Дүмпіткіш капсуль ішіне салынатын ЖЗ, оның 2/3 бөлігін алады. Ал 1/3 бөлігі отпілтені енгізіп бекітуге арналған. Чашкадағы тесіктің диаметрі 2–2,5 мм болады. Ол отпілте арқылы жанып келген оттың бастапқы қоздырғышқа әсер етуіне арналады. ЖЗ-тың тесіктен төгілуін болдырмау үшін оны жылдам жанғыш жібек тормен жауып қояды. Дүмпіткіш капсульдер үйкеліске, соққыға және отпен атылуға бейім, сондықтан онымен жұмыс істеген кезде өте сақ болу керек.

Тау-кен өнеркәсібінде қолданылатын дүмпіткіш капсульдер жарылғыш зат құрамына байланысты күркіреуік сынапты-тетрилді және азидті-тетрилді болып бөлінеді.

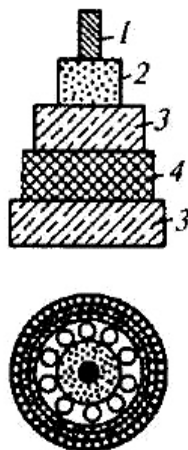
Күркіреуік сынапты-тетрилді дүмпіткіш капсульдер 0,5 г күркіреуік сынап және 1 г тетрил салынған, мыс (КД-8МА) немесе металл емес мыспен жабылған болат (КД-8С) гильзадан тұрады.

Азидті-тетрилді дүмпіткіш капсульдерді алюминий гильзаға ішіне 0,1 г ТНРС, 0,2 г қорғасын азидын және 1 г тетрил немесе гексоген салып дайындайды.

Отпілте дүмпіткіш капсуль ішіне орналасқан қоздырғыш ЖЗ-қа от беруге арналған. Отпілте мен дүмпіткіш капсуль қосындысын – *тұтандырғыш түтік* деп атайды. Ол өзегіне түтінді оқ-дәрі тығыздалып салынып, бағыттауыш жіп орналастырылған және мақта жібі қабатымен оралып, сырты оқшауланып жасалады (4.2-сурет). Отпілтенің сыртқы

диаметрі 5,5 мм. Өнеркәсіптік қауіпсіздік талаптары бойынша ұзындығы 0,6 м отпілте 60–69 с жануы керек.

Отпілтелердің: асфальттанған ОША (құрғақ және ылғал забойларға арналған), полиэтилен қапты ОШЭ және пластикатты ОШП (сулы забойларға арналған) түрлері шығарылады.



4.2-сурет. Отпілте:

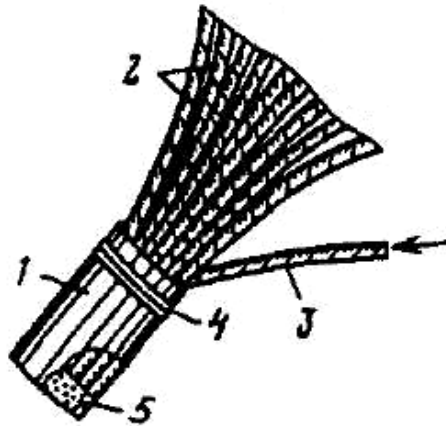
1-бағыттауыш жіп; 2-оқ-дәрілі өзек; 3-жіп орамы; 4-сыртқы оқшауы

Отпілтені жандыратын жабдықтар. Бірнеше оқтамдарды отпен қоздырған кезде кесінделген отпілтені немесе арнайы оқшандарды қолданып, от беруге болады. Бір оқтамды аттырғанда, отпілтеге сіріңкемен от беруге болады [1, 2, 4].

Жандырғыш бықсу пілтесі калийлі селитра ерітіндісі сіңірілген диаметрі 6–8 мм мақта жібінен тұрады. Ол сіріңкемен жақсы тұтанады, отпілтеге жақсы от береді және 10 мм/мин жылдамдықпен бықсиды. Отпілте кесіндісімен от берген кезде, басында оған қисық кесінділер жасайды. Оны жаққан кезде кесінділерден ұшқын шығады және ол пілтені жақсы тұтандырады.

Жандырғыш – оқшандар топталған отпілтені бір мезгілде жандыруға арналған құрал (4.3-сурет). Ол түбініне оқ-дәрі жандырғышының құрамы салынған, қағаздан жасалған стакан. Яғни, отпілте тобын қағаз стаканға орналастырып, шпагат жібімен жақсылап буады. Сонымен бірге, оқшанға қысқа отпілте кесіндісін орналастырады. Сол кесіндіге от берген кезде стакан түбіндегі оқ-дәрі жанып, соның әсерінен барлық отпілтелер тұтанады. Мұндай оқшан көмегімен 10–38 отпілте кесіндісін бір уақытта тұтандыруға болады.

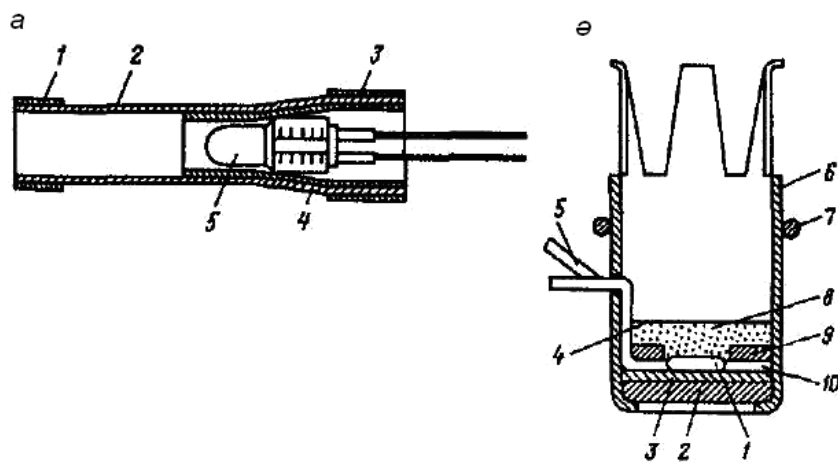
Егер жарушының қауіпсіз арақашықтыққа шығып кетуі қолайсыз болғанда, яғни баспалдақ арқылы жоғары көтерілсе немесе көлбеу қазбаларды өткен кезде жоғары қарай жүретін болса, отпен қоздыру әдісін қолдануға болмайды. Сонымен қатар 2009 жылғы «Өнеркәсіп қауіпсіздігі заңына» енгізілген толықтыруларға сәйкес жерүстіндегі ашық тау-кен жұмыстарында от арқылы қоздыру әдісін қолдануға болмайды. Мұндай жағдайларда электрлі-отты қоздыру әдісін қолданады. Бұл әдісте жарушы қауіпсіз жерде тұрып, отпілте бекітілген электртұтандырғышқа ток беру арқылы қоздырады.



4.3-сурет. Топталған отпілтені тұтандыруға арналған жандырғыш оқшан:
 1-гильза; 2-тұтандырылатын отпілтелер; 3-оқдәріні тұтандыратын отпілте; 4-буатын шпагат жібі, 5-тұтандырғыш оқдәрі

ЭЗ-ОШ-Б электртұтандырғыш оқшан (4.4а-сурет) тұтандырғыш құрам орналасқан қағаз гильза мен электртұтандырғыштан тұрады. Бұл топталған отпілтені тұтандыруға арналған.

ЭЗП-Б электрлі тұтандырғыш оқшаны (4.4ә-сурет) топталған отпілтені құрғақ және ылғал жағдайларда тұтандыруға арналған. Отпілтелерді оқшанға резиналы сақинамен бекітеді.



4.4-сурет. Электрлі-отты қоздыру жабдығы:
 а – ЭЗ-ОШ-Б электртұтандырғыш; 1 – 3-қыспалы металл төлкелер; 2-қағаз гильза; 4-қағаз төлке; 5-электртұтандырғыш; ә – ЭЗП-Б электртұтандырғыш оқшаны; 1-электртұтандырғыш; 2-гильзаның табаны; 3-тегіс жапсырма; 4-қорған қабаты; 5-сымдар; 6-кескінделген қағаз гильза; 7-резиналы қыспалы сақина; 8-жанғыш құрам; 9, 10-бекітпе жапсырма

4.3. Жарылғыш зат оқтамдарын от және электрлі-от арқылы қоздыру технологиясы

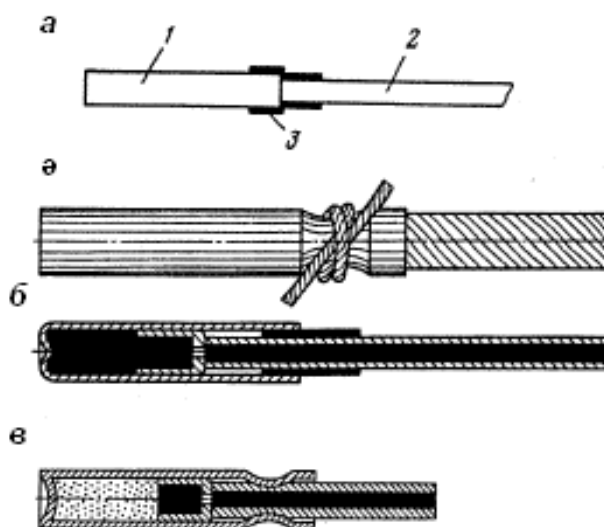
Жарылғыш зат оқтамын отпен аттыру үшін дүмпіткіш капсуль және отпілте қолданылады. Аттыру кезінде от отпілте бойымен жүріп отырып дүмпіткіш капсульге келеді де оны аттырады. Соның әсерінен қалған

жарылғыш зат массасы атылады [1, 2].

От арқылы аттыру үшін келесі жұмыстарды орындау керек:

- тұтандырғыш түтіктер жасалады;
- оталдырғыш оқшандар жасалады;
- оқтау және тығындау жұмыстары орындалады;
- отпілтелер жалғанады.

Тұтандырғыш түтік дегеніміз дүмпіткіш капсюль мен отпілтенің қосындысы (4.5-сурет). Тұтандырғыш түтікті жарылғыш зат сақталатын қоймалардың жанындағы арнаулы бөлмеде жасайды. Бұл жұмыс жұмсақ материалмен жабылған столда орындалуы керек. Дүмпіткіш капсюльдердің ішіне отпілте кигізіліп мықтап бекітіледі.



4.5-сурет. Дүмпіткіш капсюль мен отпілтені жалғау тәсілдері:

а – оқшау таспасымен (лентамен); б – жіппен; в – отпілтеге қағаз таспаны орау арқылы; 1-дүмпіткіш капсюль; 2-отпілте; 3-оқшау таспасы

Тұтандырғыш және бақылау түтіктерін жарылғыш материалдарды дайындайтын ғимараттың ішінде арнайы бөлмеде, жерасты қоймаларында арнайы камераларда жарушылар дайындайды. Жару жұмыстарының ұзақтығы алты айдан аспайтын болса, кәсіпорын жетекшісінің рұқсатымен тұтандырғыш және бақылау түтіктерін жеке жасақталған бөлмелерде, палаткаларда, шатырлар астында немесе ашық ауада жасауға болады.

Тұтандырғыш және бақылау түтіктерін дайындау кезінде жарушының столында 100 дүмпіткіш капсюль және отпілте кесінділерінен артық зат болмауы керек.

Дайын болған тұтандыру түтіктерін ұзындығы бойынша сорттап және дөңгелетіп орап шетке алып қою керек. Тұтандырғыш түтіктерді дайындамас бұрын дүмпіткіш капсюльді сырттай тексеріп алған жөн. Егер дүмпіткіш капсюль гильзасына қоқыстар жабысқан болса, онда оны құралдың көмегінсіз ақырындап алып тастауға болады.

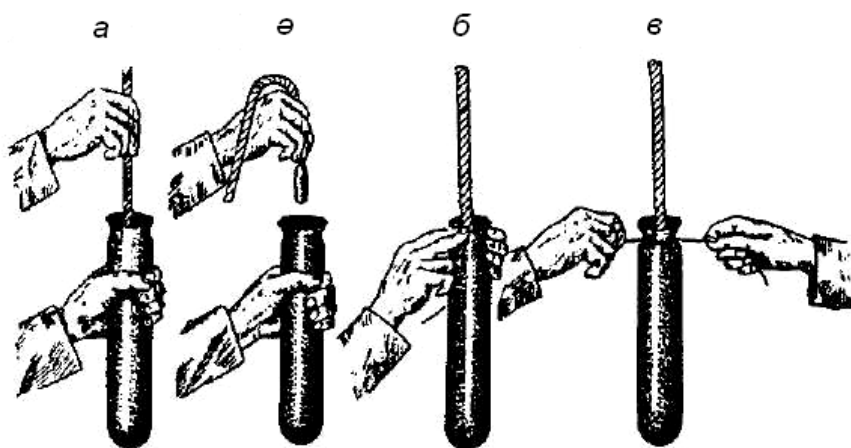
Отпілтені дүмпіткіш капсюльдің ішіне бөлгішке тірелгенге дейін

бұрамай тура кіргізу керек. Гильзасы металдан жасалған дүмпіткіш капсюльдерге отпілтені гильзаның шеттерін қысу арқылы бекітуге болады. Қағаз гильзалы дүмпіткіш капсюльдерде бұл жұмыс арнайы жасалған аспаптардың көмегімен немесе отпілтені лентамен бекітуге болады. Дүмпіткіш капсюльге бекітілген отпілтені тартуға немесе итеруге мүлдем болмайды.

Бүкіл оқтамның жарылу сенімділігін қамтамасыз ету үшін кез келген қоздыру әдісінде оталдырғыш-оқшан (патрон-боевик) қолданылады.

Оталдырғыш-оқшан дегеніміз – ЖЗ оқшаны ішіне қоздыру құралы (тұтандырғыш түтік немесе электрдүмпіткіш) орналастырылған, ЖЗ оқтамы ішіндегі бірінші жарылатын оқшан. Соның жарылысынан қалған ЖЗ қоздырылады [1, 2].

Оталдырғыш-оқшанды жарушылар жарылыс жұмыстары жүретін жерден 50 м қашықтықта дайындайды. Оталдырғыш-оқшанды дайындау кезегі 4.6-суретте көрсетілген.



4.6-сурет. Оталдырғыш-оқшанды дайындау кезегі:

а – оқшан ішіне дүмпіткішті орналастыруға ойықша жасау; ә – тұтандырғыш түтікті оқшанға орналастыру; б – оқшанның басын қайта жабу; в – оқшанның басын буу

Тығыздалған аммониттерде, оталдырғыш-оқшандарда қоздырғыш орналастыратын ойықша зауытта жасалып келеді.

Оталдырғыш-оқшандар жұмыс орындарында жарылғыш заттарды оқтау алдында жасалады. Оталдырғыш-оқшан дегеніміз тұтандырғыш түтікпен жарылғыш зат оқшанының қосындысы. Мұны жасау үшін оқшанды алып, оның бір жақ ұшындағы орағыш қағазын ашып тұтандырғыш түтікті орналастырады және оқшанның аузын қайта буып қояды.

Жарылғыш заттарды аттыру үшін қоздырғыш ретінде қолданылатын оталдырғыштар арнайы жасалған жерде немесе кәсіпорын басшылығымен тағайындалған орындарда жасалуы керек. Шахта оқпандарын қазып жатқан кезде оталдырғыштар будкаларда жасалуы керек.

Дүмпіткіш оталдырғыш ішіне толық кіріп, мықты бекітілуі керек. Сонымен қатар оқшан ішіне дүмпіткіш орналастыратын ойықшаны жасау үшін қолданылатын тереңдеткіш инелер жалын шығармайтын материалдардан жасалғаны жөн.

Тығыздалған және еріп қатырылған жарылғыш заттардан жасалатын оталдырғыштарды тек зауытта ойықшалар жасалып келген оқшандардан дайындауға рұқсат етіледі. Оқшандағы ойықшаны кеңейтуге немесе тереңдетуге мүлдем болмайды.

ЖЗ-ды оқтап оталдырғыш-оқшанды орналастырғаннан кейін оқтам камерасының бос қалған бөлігін тығынмен бекітеді. Шпурлар үшін тығын ретінде сазбалшықты-құм қоспасын қолданады. Ұңғымалық оқтамды жарған кезде тығын ретінде үгілген таужыныстарын қолданады. Тығындаған кезде өте сақ болу керек. Себебі, оталдырғыш оқшан соққыдан атылып кетуі мүмкін.

Оқтау жұмыстары біткеннен кейін отпілтелер тобы бір жерге жиналып, тұтандырылады. Тұтандыру уақытын бақылап отыру үшін бақылау түтігі қолданылады. От арқылы қоздыру әдісінің артықшылығы: жұмыстарды орындау қарапайым, әрі бағасы арзан.

Әдістің кемшілігі: қауіпті, себебі тұтандыру кезінде жарушы забойда болады; жарылыс аралығын анықтау мүмкін емес; жарылыс желісінің бүтіндігін білу шектеулі және улы газдар көп бөлінеді. Сондықтан бұл әдістің қауіптілігін және экологиялық зияндылығын ескере отырып, электрлі аттыру әдісін қолданған тиімді.

Отпен аттыру негізінен шпурлық оқтамдарда ғана қолданылады. Шпурлардан шығып тұрған пілтелерді жинап ұштарын біріктіреді және бір жерден от береді. Оқтамдардың атылу уақыты пілте ұзындығымен реттеледі.

Көбінесе, от арқылы аттыру әдісінің қауіптілігін және экологиялық қолайсыздығын ескеріп, оны электрлі және электрлі-отты аттыру әдістеріне ауыстырады.

Көлбеу бұрышы 30^0 жоғары тік және көлбеу қазбаларда және жарушыларға қауіпсіз жерге шығу қиын болған кезде электрлі-от арқылы аттыру әдісі қолданылады. Электрлі-от арқылы аттыру әдісі электрлі және отты аттыру әдісінің қосындысы, яғни жалғанған отпілтелерді бір жерге жиналып оған электрлі тұтандырғыш жалғанады. Жарушылар қауіпсіз жерге шығып аттыру машинкасы арқылы ток жіберіп, электрлі тұтандырғышты жағады, соның атылысынан отпілтелер тұтанып барып оқтамдарды жарады.

От арқылы аттыру әдісі электрлі аттыру әдісін қолдану мүмкін болмаған жағдайларда қолданылады. Жандыру және бақылау түтіктерін отпілтемен немесе арнайы құрылғылармен от алдыру керек. Егер жеке оқтамдарды аттыратын болсақ, онда сіріңкемен от беруге болады. Отты аттыру кезінде тұтандырғыш түтіктегі отпілтенің ұзындығы жарушының қауіпсіз орынға кетіп үлгеру есебімен алынады. Тұтандырғыш түтіктердің ұзындығы 1 м кем емес болуы және отпілтенің ұшы шпурдан кем дегенде 25 см шығып тұруы керек.

Жербетінде бес және одан артық түтіктерді тұтандырған кезде тұтандыруға жұмсалатын уақытты бақылау үшін қағаз гильзалы дүмпіткіш капсюльден дайындалған бақылау түтігі қолданылуы керек. Бақылау түтігі бірінші тұтандырылады. Жерасты жағдайында осы мақсатта оттық шнурдың кесіндісі қолданылады. Тұтандырғыш түтікті жағып болғаннан кейін немесе бақылау түтігіндегі дүмпіткіш капсюльдің атылысынан кейін және отпілте

кесіндісі өшкен кезде барлық жарушылар қауіпсіз орынға кетуі керек.

Жербетінде атылыс кезінде бақылау түтігі бірінші тұтандырылатын тұтандырғыш түтікке 5 м алыс жерде орналасуы керек және жарушының жолынан тыс жерге орналастырады. Оқ дәріден жасалған оқтамдарды аттырғанда тұтандырғыш түтіктің отпілтесі жарылғыш затпен байланыспауы керек.

Жарушы атылған оқтамдарды санап тұруы керек. Егер бұл жұмысты орындау мүмкін болмаған жағдайда немесе қандайда бір оқтам атылмай қалса, онда жарушыға өз панасынан 15 минуттан кейін шығуына болады. Ал атылмай қалған оқтамдар болмаса, онда 5 минуттан кейін шығуына болады.

Жарылғыш заттарды шпурларға оқтау алдында қауіпті аймақтың шекараларына күзет бекеттері қойылуы және жару жұмыстарына қатыспайтын адамдар қауіпсіз аймаққа шығарылуы керек. Қауіпті аймаққа кіру тек қауіпсіздікті бақылау комитетінің жұмысшыларына ғана рұқсат етіледі.

Ашық және жерасты жағдайларында жаппай аттыру жұмыстарын жүргізуге дайындық кезінде D тобының жарылғыш заттарын қолданған жағдайда қауіпті аймақтың орнына тыйым салынатын белгілер қояды.

Жерастында жару жұмыстарын жүргізген кезде қауіпті аймақтың өлшемі ауалы соққы толқынының шамасына байланысты анықталады.

Жару жұмыстарын жүргізген кезде дыбыспен және жарық белгілері берілуі керек. Олар келесі кезекпен орындалады:

- бірінші белгі – ескерту белгісі (ұзақ берілетін бір дыбыс белгі). Бұл жарылғыш заттарды оқтау алдында беріледі;

- екінші белгі – атылыс (боевой) белгісі (ұзақ уақыт екі рет берілетін дыбыс белгі). Осы белгіден кейін атылыс жасалады;

- үшінші белгі – біту (отбой) белгісі (үш рет берілетін қысқа дыбыс белгі). Ол аттыру жұмыстарының біткенін білдіреді.

Белгілердің барлығын жару жұмыстарын орындайтын жарушы беруі керек.

Таужыныстарын қопару бойынша от арқылы аттыру параметрлерін келесі түрде есептеуге болады [17].

Тұтандырғыш түтіктегі отпілте кесіндісінің ұзындығын:

$$L_T = (N_{oui} \cdot t_3 + T) \cdot V_{oui}, \text{ см} \quad (4.1)$$

теңдеуімен анықтауға болады. Мұндағы N_{oui} – жарушының жағатын отпілтелерінің саны, дана;

t_3 – бір отпілте кесіндісін жағу уақыты, с.

Оқтамдарды орналастыру және жылжыту жағдайына байланысты $t_3 = 5 \div 10$ с.

$T \geq 60$ с – жарушының қауіпсіз аймаққа шығу уақыты;

V_{oui} – отпілтенің жану уақыты, әдетте $V_{oui} = 1$ см/с.

Бақылау түтігінің ұзындығы:

$$L_k = L_T - TV_{oui}, \text{ см.} \quad (4.2)$$

Қауіпсіздік талаптары бойынша:

$$L_T \geq L_k + 60, \text{ см.}$$

Қауіпсіздік талаптары бойынша кез келген жағдайда тұтандырғыш түтік ұзындығы 1 м-ден кем болмауы керек.

Тұтандырғыш түтіктің шектік ұзындығы 10 м. Тұтандырғыш түтік ұзындығы 4 м артық болғанда, оларды қайталайды.

От арқылы аттырғанда атылатын оқтам саны:

$$N_{ou} = \frac{\frac{L_T}{V_{ou}} - T}{t_3}, \text{ дана} \quad (4.3)$$

формуласымен анықталады.

Оқтамдарды аттыруға жұмсалатын отпілте шығыны:

$$L_{ou} = N_{ou} L_T + L_k + 0,1n_k, \text{ м} \quad (4.4)$$

формуласымен анықталады. Мұндағы n_k – тұтандырғыш және бақылау түтіктерін дайындауға жұмсалатын дөңгелектер саны, дана.

$$n_k = \frac{N_{ou} L_T + L_k}{10}. \quad (4.5)$$

1-мысал. 12 шпурлық оқтамды аттыру үшін бір тұтандырғыш түтікті жағуға жұмсалатын уақыт $t_3=6$ с, жарушының қауіпсіз аймаққа кететін уақыты $T=70$ с болатын кездегі тұтандырғыш түтік ұзындығын анықтаймыз.

$$L_T = (N_{ou} \cdot t_3 + T) \cdot V_{ou} = (12 \cdot 6 + 70) \cdot 1,0 = 142 \text{ см.}$$

Тұтандырғыш түтік ұзындығын 1,5 м деп қабылдаймыз.

2-мысал. 16 сыртқы оқтамды аттыру кезінде тұтандырғыш түтік ұзындығы $L_T=2,0$ м. Бір тұтандырғыш түтікті жағуға жұмсалатын уақыт $t_3=8$ с. Жарушының қауіпсіз аймаққа кету уақытын және тұтандырғыш түтік ұзындығын анықтаймыз.

$$T = \frac{L_T - N_{i\phi} t_{\zeta} V_{i\phi}}{V_{i\phi}} = \frac{200 - 16 \cdot 8 \cdot 1}{1} = 72 \text{ с.}$$

Бақылау түтігінің ұзындығы:

$$L_k = N_{i\phi} t_{\zeta} = 16 \cdot 8 = 128 \text{ м.}$$

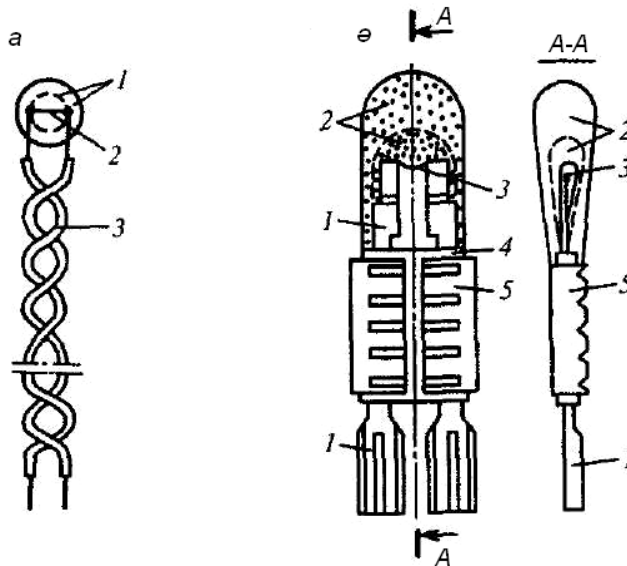
3-мысал. Тұтандырғыш түтік ұзындығы $L_T=2,4$ м. Бір түтікті жағуға жұмсалатын уақыт $t_3=9$ с. Жарушының қауіпсіз аймаққа шығу уақыты $T=120$ с. Отпілтенің жану жылдамдығы $V_{ou} = 0,5$ см/с болған кездегі бір жарушымен жағылатын тұтандырғыш түтік санын анықтаймыз.

$$N_{i\phi} = \frac{\frac{L_T}{V_{i\phi}} - T}{t_{\zeta}} = \frac{\frac{240}{0,5} - 120}{9} = 40 \text{ дана.}$$

4.4. Оқтамды электрлі қоздыратын электрдүмпіткіштер және қоздыру технологиясы

Электрдүмпіткіш дегеніміз – электртұтандырғыш орналасқан дүмпіткіш капсуль. Электрдүмпіткіштер ішінде орналасқан қоздырғыш ЖЗ-тың түріне байланысты (күркірек сынапты тетрилді және азидті-тетрилді), жарылу уақытына байланысты (лезде, қысқа кідірісті және кідірісті) арналу мақсатына байланысты (жалпы мақсатта, сейсмикалық барлау үшін, мұнай ұңғымаларын торпедалайтын), қолдану жағдайы бойынша (сақтандырылмайтын және сақтандырғыш), адасқан токпен жарылуға бейімділігі бойынша (нормальды, төмендетілген және жарылуға бейімділігі өте төмен) болып бөледі [1, 2].

Тау-кен өнеркәсібінде жарылыс жұмыстарын жүргізу үшін кедергісі 0,5–5 Ом болатын металл көпірлі электртұтандырғыштар қолданылады. Электртұтандырғыш көпірін диаметрі 24–54 мкм, ұзындығы 5 мм нихром сымынан дайындайды. Көпір мықты немесе қозғалмалы бекітілуі мүмкін (4.7-сурет). Мықты бекітілген көпір қолданған кезде қауіпсіз және тұрақты болып келеді. Қызатын көпірге бір немесе екі қабатты жанғыш бас орнатылады. Ол жақсы тұтанатын материалдан жасалуы керек. Себебі, токтың берілуі әсерінен көпір қызғанда ол жылдам жанып, жалынды қоздырғыш ЖЗ-қа жеткізуі керек. Электртұтандырғыш электрдүмпіткіш гильзасына су кірмейтіндей етіп жақсы бекітіледі.



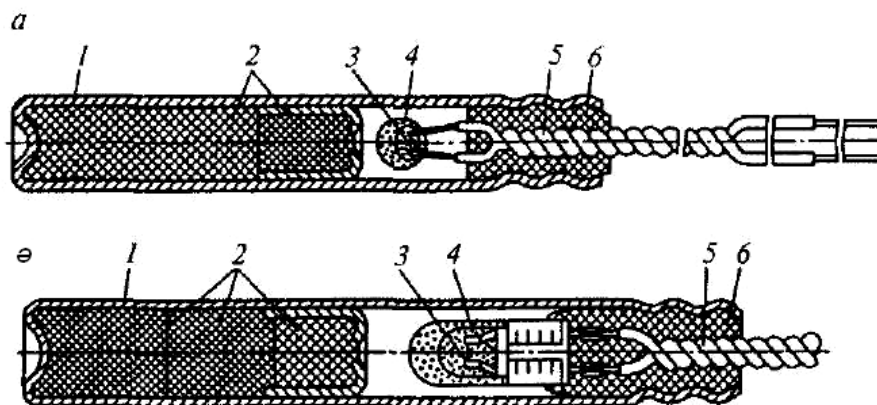
4.7-сурет. Электртұтандырғыштардың конструкциясы:

a – қозғалмалы бекітілген; 1-тұтанғыш ұшы; 2-қызатын көпір; 3-сымдары; *б* – мықты бекітілген; 1-сымдар бекітілетін канал; 2-екі қабатты тұтанғыш ұшы; 3-қызатын көпір; 4-оқшау картоны; 5-қыспалар

Электртұтандырғыштың ток келетін сымдары бір және екі өзекті болып келеді. Егер мыс сымдар қолданылса, оның диаметрі 0,5 мм, ал кедергісі 0,09 Ом/м болады. Сымдар полихлорвинил, резина және басқада оқшаулармен оқшауланады. Олардың ұзындығы 1 м-ден 4 м-ге дейін болады.

Лезде атылатын электрдүмпіткіштердің: суға төзімді ЭД-8-Э (4.8a-

сурет), ЭД-8-Ж (4.8а-сурет), сейсмикалық ЭДС, сақтандырғыш ЭД-8-ПМ, адасқан және статикалық токтарға қарсы тұра алатын ЭД-18Т термикалық тұрақты ТЭД-200, жоғары вольтты ЭДВ, т.б. маркалары шығарылады.



4.8-сурет. Қызу көпірі қозғалмалы (а) және мықты (б) бекітілген электрдүмпіткіштер сұлбасы:

1-гильзасы; 2-дүмпіткіш оқтамы; 3-көпір; 4-қабатталған тұтанғыш ұшы; 5-ток келетін сымдар; 6-пластикті қақпағы

Электрдүмпіткіштерді аттыруға электр тогы қолданылады. Сымдарға электр тогын жіберген кезде жіңішке көпір қызады да, тұтандырғыш құрамды жандырады. Бұдан кейін пайда болған жалын мен ұшқындар чашечканың қуысынан өтіп, бірінші қоздырғышты (инициаторды) аттырады. Одан кейін екінші қоздырғыш атылады да, негізгі ЖЗ оқтамының атылысы басталады.

Лезде атылатын электрдүмпіткіштер ток жіберілісімен, тоқтаусыз атылады. Сәл кідіріп атылатын электрдүмпіткіштердің (ЭДКЗ) жылдам атылатын электрдүмпіткіштерден негізгі айырмашылығы – мұнда электртұтандырғыш пен бірінші қоздырғыш арасына кідіргіш (замедлитель) салынады. Кідіргіш құрамы (жанатын заттар) қорғасындық суриктен, силикокальцийден, болмаса ферросилицийден тұрады. Бұл дүмпіткіштердің де тұтандырғыш құрамасы қос қабат болады. Бұл электродүмпіткіштердің кешендеу мөлшері (милисекунд есебімен): 25; 35; 50; 75; 100; 150; 250.

Кідіріп атылатын электрдүмпіткіштердің (ЭДЗД) сәл кідіріп атылатын электрдүмпіткіштерден айырмашылығы – кідіргіш құрамында болады. Мұнда кідіргіш ретінде қорғасынды сурик, хромдық қышкыл тұздары және форросилиций қолданылады. Кідіріп атылатын электрдүмпіткіштердің кешігу мөлшері (секунд есебімен): 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10. Электрдүмпіткіштерді, забойда орналасқан оқтамдарды ретімен аттыру үшін кідіріп жарылатындай етіп жасайды [1, 2, 4].

ЭД-8-Ж электрдүмпіткіші ЭД-8-Э электрдүмпіткішінен көпірінің қатты бекітілгендігімен ерекшеленеді. Дүмпіткіштің жарылысы кезінде сынап қоспасының адамға зиян екендігіне байланысты, қазіргі кезде қорғасын азиды негізіндегі электрдүмпіткіштер және тек екінші қоздырғыш орналастырылған ЭДБИ маркасы шығарылуда.

Сақтандырылмаған қуаты жоғары электрдүмпіткіштерде екінші

қоздырғыш жарылғыш зат ретінде массасы 1,6 г гексоген оқтамы қолданылады. Ал қуаты жоғары электрдүмпіткіштерде гильзаға қалыңдығы 0,1 мм жалын сөндіргіш қабат салады. Электрдүмпіткіштердің гильзаларының диаметрі 7,2 мм, ұзындығы 50–70 мм, гильзасының қалыңдығы 0,2–0,3 мм, ал сақтандырғыш электрдүмпіткіштерде 0,45–0,5 мм болады.

Жоғарыда келтірілген электрдүмпіткіштерді температура 40°C аспайтын кезде қолдануға болады. Жоғары температура болған кезде термотұрақты электрдүмпіткіштері қолданылады.

Сезімталдығы орташа электрдүмпіткіштердің қауіпсіз тогі 0,15–0,18 А болып келеді және оларды адасқан ток болмаған жағдайларда қолданады. Сезімталдығы төмен электрдүмпіткіштердің қауіпсіз тогінің мөлшері 1 А болады, оларды адасқан ток болған жағдайларда да қолдана береді. Жоғары вольтті электрдүмпіткіштердің жұмыс істейтін ең аз кернеуі 10 кВ болады.

4.5. Электрлі қоздыруға арналған ток беру және бақылау аспаптары

Жарылыс желісіне ток күшін беру үшін көбінесе конденсаторлы аттыру аспабы қолданылады. Мұнда машинка ішінде орналасқан конденсаторға жиналып тұрған ток күшін жылдам, 3–4 мс ішінде электр желісіне береді [1, 2].

Тау-кен өнеркәсібінде конденсаторлы аттыру машинкаларының:

- генераторы кіші КПМ-3, ВМК-500 машинкалары;
- кіші гальваникалы батареялы КВП-1/100м, ПИВ-100м, КВП-2/200, ЖЗ-2460, т.б. түрлері қолданылады (4.2-кесте).

Жарылысқа дейін аттыру машинкасын пульт-пробник (кедергісі 100 Ом және одан жоғары) көмегімен тексереді.

4.2-кесте

Конденсаторлы аттыру аспаптарының техникалық сипаттамалары

Аспаптың маркасы	Атқару дәрежесі	Конденсатор жинағыштағы кернеуі, В	Конденсатор жинағыштың сыйымдылығы, мкФ	ЭД-8-Ж түріндегі электрдүмпіткіштерді қолданған кездегі тізбекті жалғанған жарылыс желісінің максимальды кедергісі, Ом
<i>Индукторлы аттыру машинкалары</i>				
КПМ-3	Қалыпты	1600	2	600
ВМК-500	Қалыпты	3000	3,3	2100
<i>Батареялы аттыру машинкалары</i>				
КВП-1/100М	КЖ*	600	10	320
ПИВ-100М	КЖ*	600	10	320

Ескерту. *КЖ – кеніштік жарылысқа қауіпсіз.

Аспаптың маркасы	Тізбектей жалғанған электрдүмпіткіштердің саны	Конденсатордың желіге жалғану ұзақтығы, мс	Бастапқы ток көзі	Аспаптың негізгі өлшемдері, мм	Аспаптың массасы, кг
<i>Индукторлы аттыру машинкалары</i>					
КПМ-3	200	Шектелмейді	Индуктор	172; 76; 120	2,3
ВМК-500	800	Шектелмейді	Индуктор	280; 165; 165	11,0
<i>Батареялы аттыру машинкалары</i>					
КПВ-1/100М	100	2–4	Үш құрғақ элемент	152; 122; 100	2,0
ПВ-100М	100	2–4	Үш құрғақ элемент	195; 126; 95	2,7

Газ бен шаңға қауіпсіз карьерлер мен шахталарда жарылыс желілерін кернеуі 110–380 В жарықтандыру желілеріне қосу үшін аттыру станциялары қолданылады. Мұндай станциялар ток көзін кездейсоқ жарылыс тізбегіне беріп қоюды болдырмау үшін тізбекті орнатылған қосқыштармен жабдықталады. Сонымен қатар бақылау шамдары болады. Олардың жануы, станция клемаларында кернеудің бар екендігін білдіреді.

Жарылысты орындамас бұрын электр желісі аспаптар көмегімен тексерілуі керек. Ол үшін бақылау-өлшеу аспаптары қолданылады. Бақылау өлшеу аспаптары құрылымы бойынша үш: *бағытты, дыбысты және сәулелі* топқа бөлінеді. Бірінші және екінші топты аспаптар желідегі ақаулар мен кедергіні анық көрсете алады. Ал сәулелі аспап, тек желінің өткізгіштігін ғана көрсетеді. Желі өткізгіштігі мен кедергіні тексеруге арналған аспаптардың негізгі сипаттамалары 4.3-кестеде келтірілген.

4.3-кесте

Желінің өткізгіштігін және кедергіні тексеруге арналған аспаптардың негізгі сипаттамалары

Аспаптардың атаулары	Қоректену көзі	Өлшеу шегі, Ом	Негізгі өлшемдері, мм	Массасы, кг
Р-3043 тұрақты тогының жылжымалы көпірі	373 екі элемент	30–3000 0,3–30	180x160x62	1,6
Сәулелі диодты ВИС-1 сынағышы	Д-0,1 төрт аккумулятор	320 дейін	135x65x40	0,3
ИМС-1 жарылыс желісін өлшейтін метанометр	Д-055 үш аккумулятор	0–20 0–400	275x95x70	1,5
Ю-140 өлшеу индикаторы	Фотоэлемент Ф45-С	0–1000	60x90x70	0,2

4.6. Электр желісінің жалғану сұлбалары және оны есептеу

Электр желісі электрдүмпіткіштен, аралық жалғау сымдары мен магистралдық сымнан тұрады. Магистральдық сым, аттыру машинкасына

жалғанады, ал магистральдық сымға – электрдүмпіткіш сымымен жалғанатын аралық сымдар жалғанады. Желіні оқшауланған мыс, алюминий және болат сымдарынан құрастырады. Жару жұмыстарына: ВМВ, ЭР, ЭВ маркадағы сымдар, сапер сымдары СП-1, СП-2, т.б. қолданылады.

Жарылыс жұмыстарына электрдүмпіткіш желісін жалғау үшін: тізбекті, параллельді, параллельді-тізбекті, тізбекті-параллельді сұлбаларды қолдануға болады. Тізбекті жалғау сұлбасында электрдүмпіткіш сымдары бір-бірімен жалғанады. Ал ең соңғы электрдүмпіткіш сымы, магистраль сымға барып жалғанады. Бұл өте қарапайым жалғау сұлбасы. Бірақ мұның кемшілігі – электрдүмпіткіштердің біреуінде ақау болса, желі істемейді. Параллельді жалғау сұлбасында әрбір электрдүмпіткіш магистраль сымына жеке жалғанады. Біріккен жалғау сұлбаларында электрлі дүмпіткіштер магистраль сымдарына топталып жалғанады.

Қазбаларды қазғанда оқтамдар топтарын электрлі әдіспен аттырғанда үңгіме шпурларды лезде атылатын электрдүмпіткіштер (ЭД-8), ал кейінгі топтар – сәл баяулау кідіріп атылатын электрдүмпіткіштер (ЭД-КЗ) арқылы аттырылады. Электрдүмпіткіштерді қай сұлбамен жалғауды таңдау үшін әрбір электрдүмпіткішке келетін токты есептеу керек.

Әрбір электрдүмпіткішке келетін ток мөлшері гарантиялық токтан (айнымалы токта $I=2,5$ А, тұрақты токта $I=1$ А) кем болмауы керек. Электрлі аттыру желісінің параметрлерін мына формулалар арқылы анықтауға болады [1, 2, 10, 14].

Электрлі желідегі магистральдық сымдардың кедергісін:

$$R_i = \rho \frac{2L_i}{S}, \text{ Ом} \quad (4.6)$$

формуласымен анықтауға болады. Мұндағы ρ – магистраль сымның меншікті кедергісі: мыс сымдарында – $0,0184 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$, алюминий сымдарында – $0,027 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$;

S – магистраль сымдардың қимасының ауданы;

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \text{ мм}^2; \quad (4.7)$$

d – магистраль сымның диаметрі, мм;

L_m – магистраль сымның ұзындығы;

$$L_i = k \cdot l_a, \text{ м}; \quad (4.8)$$

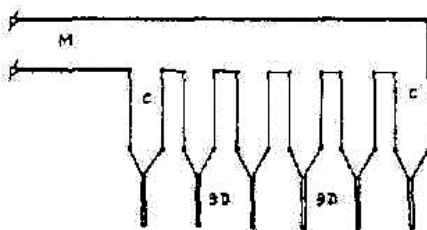
мұндағы $k = 1,1$ – магистраль сым ұзындығының артық қабылдануын ескеретін коэффициент;

l_a – аттыру машинкасынан жарылыс болатын забойға дейінгі арақашықтық, м.

Желіде қолданылатын жалғау сымдарының диаметрлері әртүрлі болса, онда әрбір диаметрге жеке кедергілер анықталып, ал жалпы кедергі солардың қосындысынан келіп шығады.

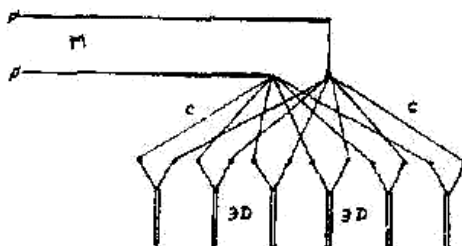
Электрдүмпіткішке келетін ток мөлшерін желінің жалғану сұлбаларына сәйкес формулалар арқылы анықтауға болады.

1. Тізбекті жалғау сұлбасында:



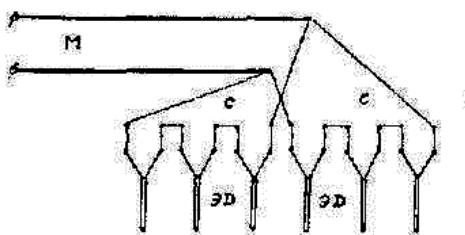
$$I = i = \frac{U}{R_i + n \cdot r}, \text{ A.} \quad (4.9)$$

2. Параллельді жалғау сұлбасында:



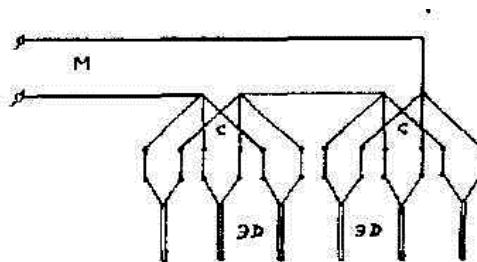
$$I = \frac{U}{R_i + r/i}; \quad i = \frac{I}{n}, \text{ A.} \quad (4.10)$$

3. Тізбекті-параллельді жалғау сұлбасында:



$$I = \frac{U}{R_i + i \cdot r/\delta}; \quad i = \frac{I}{\delta} \geq i_a, \text{ A.} \quad (4.11)$$

4. Параллельді-тізбекті жалғау сұлбасында:



$$I = \frac{U}{R_i + \partial \cdot r / i}; \quad i = \frac{I}{n} \geq i_a, \text{ А.} \quad (4.12)$$

мұндағы I – магистральдық сымдағы токтың мөлшері, А;
 i – электрдүмпіткішке келетін ток мөлшері, А;
 U – токтың кернеуі, В;
 r – электрдүмпіткіш кедергісі, $r=3-4$ Ом;
 n – желідегі (топтағы) электрдүмпіткіштер саны;
 m – топтардың саны;
 R_m – магистральдық сымдарының кедергісі, Ом;

Студенттердің электрлі аттыру желісінің есебін толық үйреніп шығуы үшін төменде бірнеше мысалдар келтірілген.

1-мысал. Электрлі аттыру желісі тізбекті жалғанған. Желіні жалғауға қолданылатын сымның диаметрі – 1,5 мм, сым мыстан жасалған. Желідегі аттырылатын электрдүмпіткіштердің саны – 30 дана. Аттыру машинкасының забойдан арақашықтығы – 250 м. Ток кернеуі – 220 В. Электрдүмпіткішке келетін ток мөлшерін анықтаймыз [17].

Шешімі. 1. (4.6) формуланы пайдаланып электрлі желідегі магистральдық сымдардың кедергісін анықтау үшін сым қимасының ауданын анықтаймыз:

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,5^2}{4} = 1,8 \text{ мм}^2.$$

Магистраль сымның ұзындығы:

$$L_i = k \cdot l_a = 1,1 \cdot 250 = 275 \text{ м.}$$

Сонда магистральдық сымдардың кедергісі:

$$R_i = \rho \frac{2L_i}{S} = 0,0184 \frac{2 \cdot 275}{1,8} = 5,6 \text{ Ом.}$$

2. (4.9) формулаға сәйкес электрдүмпіткішке келетін ток мөлшері:

$$I = i = \frac{U}{R_i + n \cdot r} = \frac{220}{5,6 + 30 \cdot 4} = 1,7 \text{ А.}$$

2-мысал. Электрлі аттыру желісі тізбекті-параллельді жалғанған. Желіні жалғауға қолданылатын сымның диаметрі – 2,0 мм, сым алюминийден жасалған. Желідегі аттырылатын электрдүмпіткіштердің саны – 40 дана. Аттыру машинкасының забойдан арақашықтығы – 300 м. Ток кернеуі – 220 В. Электрдүмпіткішке келетін ток мөлшерін анықтаймыз.

Шешімі. 1. Электрлі желідегі магистральдық сымдардың кедергісін анықтау үшін сым қимасының ауданын анықтаймыз:

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} = 3,14 \text{ мм}^2.$$

Магистраль сымның ұзындығы:

$$L_i = k \cdot l_a = 1,1 \cdot 300 = 330 \text{ м.}$$

Сонда магистральдық сымдардың кедергісі:

$$R_i = \rho \frac{2L_i}{S} = 0,027 \frac{2 \cdot 330}{3,14} = 5,6 \text{ Ом.}$$

2. Егер 40 дана электрдүмпиткішті 10 данадан 4 топқа бөліп жалғайтын болсақ, (4.11) формулаға сәйкес электрдүмпиткішке келетін ток мөлшері:

$$I = \frac{U}{R_i + i \cdot r / \partial} = \frac{220}{5,6 + \frac{10 \cdot 3}{4}} = 16,8 \text{ А.} \quad i = \frac{I}{\partial} = \frac{16,8}{4} = 4,2 \text{ А.}$$

яғни $4,2 > 2,5$, $i \geq i_a$ жағдайы орындалды.

Жоғарыда келтірілген формулаларды пайдалана отырып кез келген жалғау сұлбасындағы электрлі желінің параметрлерін есептеуге болады.

Есептеп алынған ток мәні кепілдік токпен салыстырылады, содан кейін жалғау сұлбасы бекітіледі.

Электрдүмпиткіштердің кідіру уақыттарын анықтау үшін келесі мысалды ұсынуға болады.

3-мысал. Арақашықтықтары $W_1=1,5$ м орналасқан үңгісі сына тәрізді алты үңгіме шпурлары және пайда болатын кеңістіктен $W_2=0,6$ м қашықтықта орналасатын төрт бұзу шпурларының кідіру интервалдарын қабылдаймыз. Қоздыру әдісі электрлі; таужынысының бекемдігі $f=16$.

$f=16$ (X категория СНиП бойынша) лақтыру оқтамы үшін $A_1=8$ мс/м, ал қопару оқтамы үшін $A_2=6$ мс/м. Бірінші және екінші кезекте атылатын оқтамдар үшін кідіру интервалдарын анықтаймыз:

$$t_1 = A_1 W_1 = 8 \cdot 1,5 = 12 \text{ мс;} \quad t_2 = A_2 W_2 = 6 \cdot 0,6 = 3,6 \text{ мс.}$$

Жоғарыда келтірілген электр желісін жалғау сұлбаларын таңдау, есептеу және кідіру уақыттарын анықтау бойынша, студенттер *зертханалық жұмыс орындауы қажет*.

4.7. Жарылғыш заттарды электрлі қоздыру технологиясы

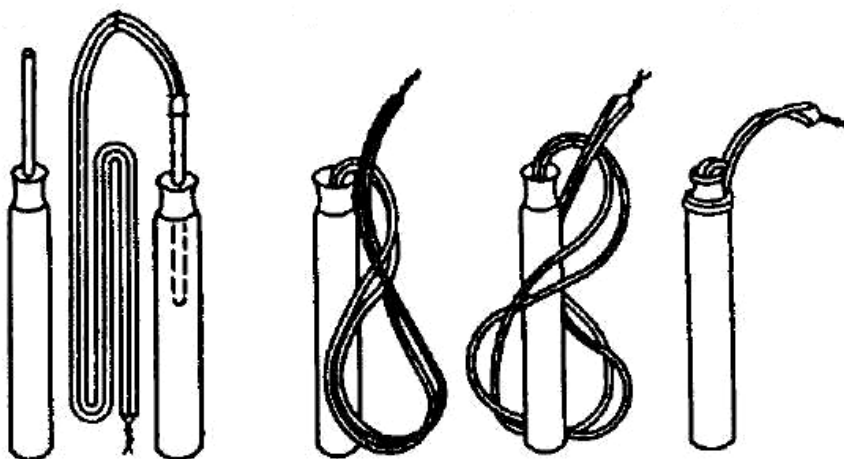
ЖЗ оқтамын электрлі қоздырғанда:

- электрдүмпиткіштердің кедергісін өлшеу;
- оталдырғыш-оқшан дайындау;
- ескерту белгісін беру, оқтамды шпур немесе ұңғымаға орналастырып тығындау;
- электр желісін құрастыру;
- желінің дұрыстығын тексеру;
- жарылыс алдындағы белгіні беру, магистральдық сымды электр машинкасына жалғау және жарылыс жасау;
- желденгеннен кейін забойды тексеру;
- атылмай қалған оқтамдар болса, оларды жою;
- жарылыстың біткенін білдіретін белгіні беру жұмыстар кезегі орындалады.

ЖЗ электрлі қоздырған кездегі оталдырғыш-оқшанды дайындау кезегі *4.9-суретте* көрсетілген. Оталдырғыш-оқшан дегеніміз жарылғыш зат

оқтамын қоздыруға арнайы дайындалатын, ішіне электрдүмпіткіш орналастырылған жарылғыш зат оқшаны. Яғни қоздырған кезде ең бірінші атылып, айналасындағы жарылғыш затқа импульс беріп қоздырады [1, 2].

Электрдүмпіткіштер жарушыға берілмес бұрын, талап бойынша жабық бөлмеде немесе ашық ауада шатыр астында тексерілуі керек. Тексеру кезінде электрдүмпіткіштер атылып кету қауіпінен адамдарды сақтау үшін, металл құбырға, қорғанға немесе арнайы құрылғыға салынады. Электрдүмпіткіш сымдары тексеріліп болғаннан кейін қысқа тұйықталады да, желіге жалғанғанға дейін сол жағдайда болуы тиіс. Осы операцияны орындау кезінде жұмысшы столында электрдүмпіткіштер саны 100-ден көп болмау керек.



4.9-сурет. ЖЗ электрлі қоздырған кездегі оталдырғыш-оқшанды дайындау кезегі

Электр желісінің оқшауы (изоляция) сенімді болуы керек. Сымдар мен кабель тармақтарының ұштары тығыз байланысқан және арнайы қысқыштармен (зажим) жабылған болуы керек. Газ бен шаңнан қауіпті шахталарда электрдүмпіткіш пен электр желісінің сымдары арнайы біріктіргіш қысқыштар арқылы байланысуы керек.

Электрлі аттыру желісі, екі өткізгішті болуы тиіс. Екінші өткізгіш ретінде құбырларды, рельстерді және арқандарды қолдануға болмайды. Жарылғыш заттарды оқтауға дейін, жарушы – жару магистралы сымдарының байланысын мұқият тексеріп шығуы керек. Газ бен шаңнан қауіпті шахталарда сымдары мыстан жасалған электрдүмпіткіштерді қолдану керек.

Электрлі аттыру желісін ток көзі бағытымен немесе токты қосып қойып жалғауға болмайды. Электрлі аттыру желісін құрастырып болғаннан кейін оның өткізгіштігін тексереді. Ұңғымалық және камералық оқтамдарды аттырмас бұрын электрлі аттыру желісінің жалпы кедергісі есептеліп, содан кейін өлшеу аспабымен тексерілуі керек. Егер есептелген және өлшенген кедергінің шамасы 10% асатын болса, онда оның себебін тауып жөндеу керек. Электрлі аттыру желісінің кедергісін өлшеу мүмкін болмаған жағдайда, өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау қызметі және жару жұмыстары жетекшісінің рұқсатымен аттыруға болады. ЖЗ-ды аттыру үшін кернеуді қауіпсіз жерден беру керек. Магистральды сымды аттыру машинкасына клемалар арқылы

жалғау керек. Жаппай аттыру жұмыстарын жүргізген кезде, кернеуді жетекшінің рұқсатымен береді. Электрлі аттыру желісінің барлық сымдарын жалғамас бұрын қысқа тұйықтап қою керек. Олар тек жалғау кезінде ғана ажыратылады.

Жалғау кезінде сол жердегі барлық қондырғылар кернеуден ажыратылған болуы керек. Себебі, мұндай жағдайларда адасқан токтың пайда болуы мүмкін. Жерасты жағдайында жалғау кезінде желдеткіштерді сөндіруге рұқсат етілмейді.

Аттыру машинкалары мен стационарлы қондырғылар бөтен адамдардың кіруіне рұқсат етілмейтін жерде сақталуы керек. Электрлі аттыру әдісінде кернеу көзін – жарықтандыру шамдарынан, басқа да құралдардан алуға тыйым салынады.

Электр дүмпіткіштерді қолданып аттырғанда жарылыстан кейін жарушыға өз панасынан 5 минуттан кейін шығуға рұқсат етіледі. Шығар алдында жарушы – магистральды сымды аттыру машинкасынан ажыратып, оны қысқа тұйықтап кетуі керек.

Егер желіге кернеу берілгеннен кейін атылыс болмаса, онда жарушы аспапты желіден ажыратып, желінің ұшын қысқа тұйықтайды да, аспаптың кілтін өзімен бірге алып кетеді. Содан кейін ғана атылмай қалу себебін анықтайды.

Аттыру құралдары жарушыға берілмес бұрын талаптарға сәйкес мұқият тексерілуі керек, мұнда негізінен оның ток импульсі тексеріледі.

Газ бен шаңнан қауіпті шахталарда, геологиялық барлау нысандарында стационарлы аттыру пункттерінің аттыру құралдары аттыратын жерде қайта тексерілуі керек.

4.7.1. Электрлі қоздыру әдісіндегі атылмай қалған оқтамдарды жою жұмыстары

Техникалық себептерге байланысты (аттыру желісінің дұрыс құрастырылмауы және т.б. жағдайлар) жарылғыш зат оқтамы атылмай қалса, онда олар атылмай қалған оқтамдар (отказ) ретінде тіркеледі [1, 2, 15, 27].

Жарылыс кезінде әрбір атылмай қалған оқтам журналған тіркелуі керек.

Жербетіндегі жарылыс жұмыстары кезінде атылмай қалған оқтамды анықтаған кезде жарушы оның қасына өзгешелік белгісін қояды, ал жерасты жағдайында атылмай қалған оқтам забойын жауып, ол туралы өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетінің адамына хабарлау керек.

Атылмай қалған оқтамдарды жоюға байланысты жұмыстар өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетінің жетекшілігімен арнайы жасалған тәртіп бойынша орындалуы керек. Атылмай қалған оқтамның қасында оны жоюға байланыссыз кез келген өндірістік процесстерді орындауға рұқсат етілмейді. Көмір шахталарында атылмай қалған оқтамды жою жұмыстарын жүргізбес бұрын қопарылған көмір кені забойдан алынуы керек.

Атылмай қалған оқтамдағы электр дүмпіткіш сымдары қысқа

тұйықталуы керек. Атылмай қалған сыртқы оқтамдарды жою кезінде оған жаңа жарылғыш зат салып қарапайым тәртіппен аттыру керек.

Атылмай қалған шпурлық оқтамдарды жою кезінде сол шпурға 30 см кем емес жерден параллель көмекші шпурлар бұрғылап жарып жіберуге болады. Көмекші шпурлардың санын, орналасу орнын және бағытын бақылау комитетінің қызметкері белгілейді. Мұндай шпурларды орналастыру үшін шпурлардағы тығын материалдарын 20 см дейін ауыз жағын тазарту керек.

Газ бен шаңнан қауіпсіз шахталарда атылмай қалған шпур оқтамынан электрлі дүмпіткіш сымдары шығып тұрған жағдайда жарушыға қауіпсіз жерден электрлі дүмпіткіш мостигінің өткізгіштігін тексеруге және оны аттырып жіберуге болады. Газ бен шаңнан қауіпті шахталарда қысқа қарысу сызығы (ЛНС) өзгермеген және басқада жағдайлары сәйкес келетін аршылмаған атылмай қалған оқтамдарды сол әдіспен жоюға болады.

Гидромониторлар орнатылған забойларда атылмай қалған шпурлардағы оқтамдарды жарушы және қауіпсіздікті бақылау комитетінің қызметкерінің назарында су ағынымен жоюға болады. Атылмай қалған оқтамды жою кезінде забойда адамдар болмауы керек және суды дистанционды түрде реттеп отырады. Сонымен қатар электрдүмпіткіштерді жуылған оталдырғыштардан тауып айыру шаралары орындалуы керек.

Ұңғымалық атылмай қалған оқтамдарды келесі жағдайларда жоюға болады:

- егер оқтам жару желісінің сыртқы бүтіндігінің бұзылысы нәтижесінде атылмай қалса. Егер тексеру кезінде атылыстан таужынысы кесектерінің алысқа ұшуы немесе ауалы соққы толқыны байқалса, онда бұндай оқтамдарды аттыруға рұқсат етілмейді;

- атылмай қалған ұңғымалық оқтам бар жерде таужынысын үгіту қолмен жүргізілуі керек. Дүмпіткіш пілтені қолданып құрамында оқ дәрі, нитроэфир немесе гексогені жоқ аммиакты селитралы жарылғыш заттарды аттырғанда, атылмай қалған оқтам жанындағы таужыныстарын экскаваторды қоланып үгітуге болады.

Таужыныстарын үгіту мүмкін болмаған жағдайда ұңғыманы оның қасынан 1 м қашықтықта шпур бұрғылап аттыру арқылы ашуға рұқсат етіледі. Бұл жағдайда шпур саны, бағыты, тереңдігі және оқтам массасы жобамен немесе жару жұмыстарын жүргізетін мекеменің жетекшісімен белгіленеді.

- атылмай қалған ұңғымалық оқтамның қасынан 3 м жақын емес жерде параллель бағытта бұрғыланған ұңғымалық оқтамды аттыру арқылы жоюға болады;

- дүмпіткіш пілтені қолданып D тобындағы жарылғыш заттарды аттыру кезінде ұңғымалық оқтамды жуу арқылы жоюға болады;

- жоғарыда келтірілген әдістермен атылмай қалған оқтамдарды жою мүмкін болмаған жағдайда кәсіпорынның жетекшісімен бекітілген жоба арқылы жою керек.

Камералық атылмай қалған оқтамдарды тығынды қопарып, жаңа оталдырғыш салу арқылы қалыпты ереже бойынша жоюға болады.

Егер қысқа қарысу сызығын тексерген кезде кесектердің алысқа ұшу

немесе ауалы соққы толқынының қауіпі байқалса атылмай қалған оқтамдарды аттыру арқылы жоюға рұқсат етілмейді. Бұл жағдайда тығынды ашып жарылғыш заттарды шығару керек болады. Оқтамды жойғанға дейін күзетіп отыру керек.

Атылмай қалған камералық оқтамды жою үшін қосымша қазба өту керек болған жағдайларда бұл жұмыстар арнайы жоба бойынша іске асырылады.

Атылмай қалған оқтамды жоюға арналған қосымша оқтамды аттырғаннан кейін қопарылған таужыныстарын тексеріп, жарылғыш материалдарды жинау керек. Содан кейін жұмысшылар өз жұмыстарын ережені сақтай отырып жалғастыруы керек. Табылған жарылғыш материалдар белгіленген ереже бойынша жойылуы тиіс.

Жаппай жару кезінде атылмай қалған оқтамдарды жою жұмыстары бекітілген жоба бойынша жүргізілуі керек.

Сейсмикалық барлау жұмыстары кезінде ұңғымаларда және шпурларда атылмай қалған оқтамдар алынып тасталуы керек және содан кейін белгіленген тереңдікке түсіріледі. Атылмай қалған оқтамды ұңғымадан алу мүмкін болмаған жағдайда оны қосымша оқтамды аттыру арқылы жою керек. Атқылама аппаратында ақау туатын болса, оны жоғары көтеріп магистралды сымнан ажырату және тұйықталуы керек. Ұңғымадан шығарылған ақауы бар атқылама аппаратын жарушы тексереді. Сонымен қатар одан қоздыру жабдығы алынып, оның өткізгіштері тұйықталады және аппарат шеберханаға жеткізілуі керек. Толық атылмаған аппараттағы жарылғыш зат қалдықтары жиналып және жойылуы керек [1, 15, 27].

Егер ұңғыманың ішінде атқылама және жару аппараттары тіреліп тұрып қалған жағдайда, оны жоғарыға көтеру жұмыстары жоба бойынша жүргізілуі керек.

Мұзды жару және су астында жару жұмыстарын жүргізген кезде атылмай қалған оқтамдарды аттырылғаннан кейін 15 мин. дейін ашуға болмайды.

Атылмай қалған оқтамды аттыру арқылы жою үшін оған массасы су астында аттырылатын жарылғыш зат массасының 25%-ын құрайтын жаңа жарылғыш зат салынуы керек.

Температурасы 80°C жоғары ыстық массивтерді аттырған кезде атылмай қалған оқтамға 1 сағ. кейін ғана жақындауға болады. Ал температурасы 80°C дейінгі ыстық массивтерді аттырған кезде 15 мин-тан кейін жақындауға болады. Шпурдағы атылмай қалған жарылғыш зат оқтамын сумен жуу арқылы жою керек.

Атылмай қалған оқтамдарды жою жұмыстары сол ауысым уақытында бітпей қалған жағдайда келесі ауысымның жарушысына жұмысты жалғастыруға тапсырма беріледі. Бұл жағдайда атылмай қалған оқтам жанына жұмысшыларды жіберу үшін өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетінің қызметкері рұқсат беруі керек.

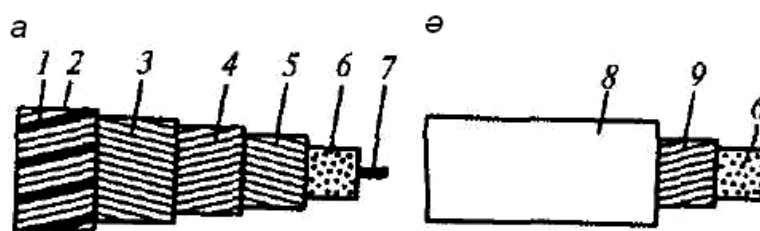
4.8. Дүмпіткіш пілте көмегімен жарылғыш зат оқтамын қоздыру

Дүмпіткіш пілте электрдүмпіткіш немесе дүмпіткіш капсульден дүмпу толқынын ЖЗ оқтамына жеткізу үшін қолданылады. Егер дүмпіткіш пілте желісі тармақталған болса, дүмпу жылдамдығы барлық тармақта 6,5 км/с шамасында жүреді [1, 2].

ДША дүмпіткіш пілтесінің өзегін (4.10а-сурет) бағыттауыш жіппен қоса ТЭН ЖЗ-нан жасап, сыртын мақта жібімен орайды. Пілтеге су кірмеу үшін оның сыртына әртүрлі қоспалар жағылады. Су астында қолданылатын дүмпіткіш пілтелердің сыртын полихлорвинилмен қаптайды.

Дүмпіткіш пілтелер температура 55⁰С дейін, ал температура –35⁰С дейін төмендесе, екі сағат ішінде дүмпіткіш капсуль немесе электрдүмпіткіш атылысынан еркін тұтанады. 1 м дүмпіткіш пілтеде 12–13 г ЖЗ болады. Пілтенің диаметрі 5–6 мм.

Қазіргі кезде ДША-ның орнына экструзионды ДШЭ дүмпіткіш пілтелері шығарылуда. Ол капрон жібімен оралып, полиэтиленмен қапталып шығады (4.10ә-сурет).



4.10-сурет. Дүмпіткіш пілте:

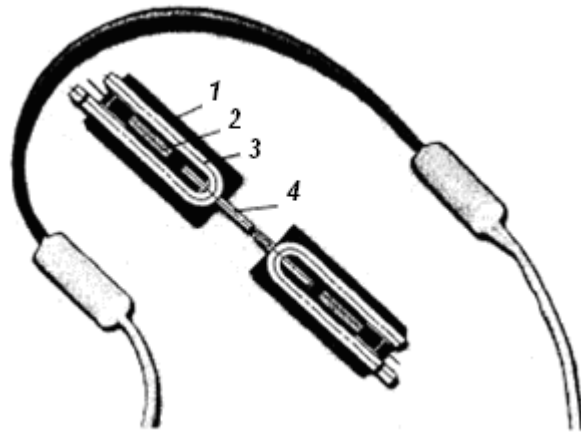
а – ДША; ә – ДШЭ-12; 1-сыртқы орам; 2, 3, 4, 5-аралық орамдар; 6-ТЭН; 7-бағыттағыш жіп; 8-полиэтиленді қабықша; 9-армировкаланған капрон жіптері

Дүмпіткіш пілтені белгіленген уақытта кідірту үшін РП-8М, РП-Д пиротехникалық кідірткіштері қолданылады (4.11-сурет). Олар 10, 20, 30, 40, 60, 80 және 100 мс уақыттарда кідіру мүмкіндігіне ие.

Дүмпіткіш пілтені қолданып, оқтамды қоздыру технологиясы.

Дүмпіткіш пілтені қолданған кезде:

- оталдыру-оқшанын дайындау;
- ескерту белгісін беру, оқтамды шпур немесе ұңғымаға орналастырып тығындау;
- желіні құрастыру;
- жарылыс алдындағы белгіні беру, магистральдық сымдарға кідірткіштерді орналастыру;
- желденгеннен кейін, забойды тексеру;
- атылмай қалған оқтамдар болса, оларды жою;
- жарылыстың біткенін білдіретін белгіні беру сияқты жұмыстар орындалады.

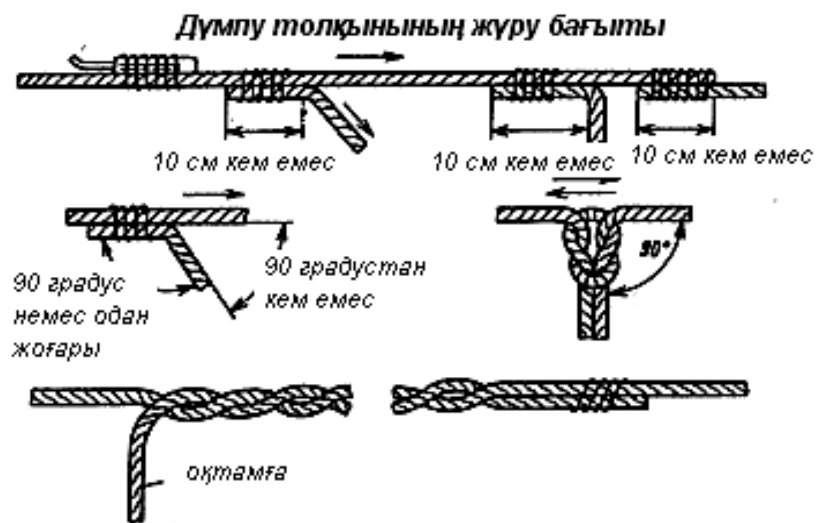


4.11-сурет. РП-Д пиротехникалық кідірткішінің сұлбасы:
 1-түтік элементтері; 2-дүмпіткіш капсуль; 3-дүмпіткіш пілте; 4-толқынды түтік

Дүмпіткіш пілте кесіндісінің ұзындығын, оталдырғыш-оқшанды ұңғымадағы жарылғыш затқа түсірген кезде оның екінші ұшы жербетінен 1–1,5 м артық шығатындай есеппен өлшеп алады [1, 2].

Ұсақталған ЖЗ оқшандарынан дүмпіткіш пілтені қолданып, оталдырғыш-оқшанды жасаған кезде, оқшандағы дүмпіткіш пілте ұшы түйіліп немесе оқшан дүмпіткіш пілтемен екі-үш рет оралуы тиіс.

Дүмпіткіш пілтемен аттыру – қауіпсіз әдістердің бірі болып есептеледі. Өйткені, бұл әдіспен аттырғанда ЖЗ оқтамының ішіне дүмпіткіштер салынбайды, тек пілтенің өзін оқтамаға салып, ұшын бір немесе екі рет түйеді. Дүмпіткіш пілтелерді бір-бірімен тығыз жалғап, таспалар немесе шпагат жіптерімен байлау қажет. Дүмпіткіш пілтенің бір-бірімен бірігу сұлбасы 4.12-суретте көрсетілген.



4.12-сурет. Дүмпіткіш пілтенің бір-бірімен бірігу сұлбасы

Магистраль дүмпіткіш пілте мен аралық дүмпіткіш пілтені жалғаған кезде дүмпу толқынының бағытымен олардың арасындағы бұрыш 90° аспауы қажет. Егер одан асатын болса, толқын үзіліп қалуы мүмкін. Пітелер бір-бірімен жанасатын болса, олардың арасына топырақ немесе қалыңдығы 100 мм-ден кем емес ағаш прокладка салу қажет.

Оқтамнан тыс жерде шнурдың екі ұшын магистральдық пілтеге жалғап, аттыру тармақтарын жасайды. Аттыру тармағын жасау үшін пілтенің оқтамнан шыққан ұштарын магистральдық пілтемен қосу керек. Магистральдық пілтенің ұзындығы 50 м, оған жалғанатын пілтенің ұзындығы 25 м-ден аспауы керек.

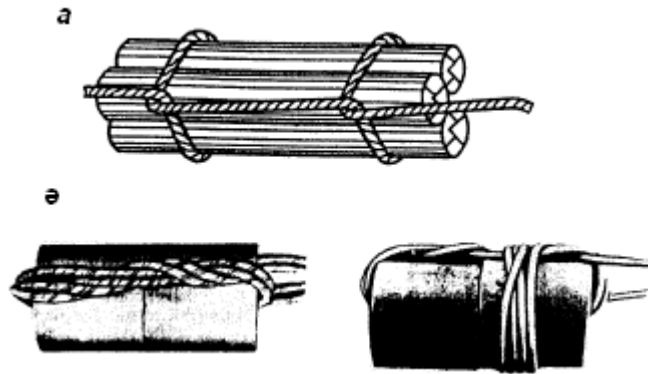
Дүмпіткіш пілтені кем дегенде екі дүмпіткіш көмегімен қоздыру қажет (4.13-сурет). Дүмпіткіштер пілте ұшынан 100-150 мм іш жағына қарай орналасуы керек.



4.13-сурет. Қос дүмпіткішті қолданып дүмпіткіш пілтені қоздыру сұлбасы

Дүмпіткіш пілтені қолданып қоздырудың артықшылығы: оқтау жұмыстарын орындау қауіпсіз және оқтам атылмай қалған жағдайда оны жою қарапайым. Кемшілігі: желінің дұрыс не дұрыс емес жалғанғандығын аспап көмегімен тексеру мүмкіндігінің жоқтығы.

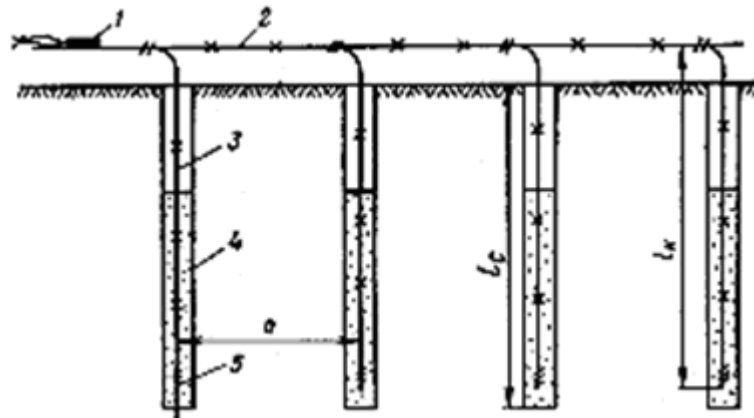
Дүмпіткіш пілтемен аттыру әдісі, көбінесе, ұңғымалық оқтамдарды аттырғанда қолданылады. Мұндай жағдайда көбінесе, түйіршіктелген аммиакты селитра негізіндегі жарылғыш заттар қолданылады. Олардың атылуға бейімділігі ұнтақ жарылғыш заттарға қарағанда, төменірек болатыны алдыңғы бөлімдерде айтылды. Сондықтан ондай оқтамдарды дүмпіткіш пілтемен қоздыру үшін аралық дүмпіткіштер қолдану қажет (4.14-сурет). Аралық дүмпіткіш ретінде көбінесе, оқшандар және пресстелген шашкалар қолданылады. Егер ұңғыма тереңдігі 15 м асатын болса, және жарылғыш зат ретінде эмульсиялы заттар қолданылса, өнеркәсіп қауіпсіздігінің талаптарына сәйкес екі дүмпіткіш орналастыру қажет, яғни оқтамның жоғарғы және төменгі бөлігіне жеке-жеке бір-бірімен біріктірілген дүмпіткіштер қолданылады.



4.14-сурет. ЖЗ оқтамдарын қоздыруға арналған аралық дүмпіткіштер:
a – оқшан түріндегі; ә – пресстелген шашка түріндегі

4.8.1. Дүмпіткіш пілтемен жалғанған жарылыс желісінің сұлбалары

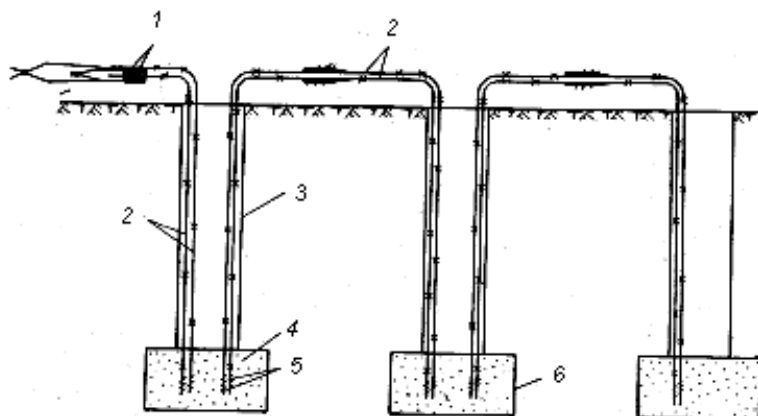
Дүмпіткіш пілтемен жарылыс желісін жалғаудың бірнеше: параллельді-сатылы (4.15-сурет); тізбекті (4.16-сурет); параллельді-будалы (параллельно-пучковый), будалы (пучковый) (4.17-сурет) сұлбалары бар [17].



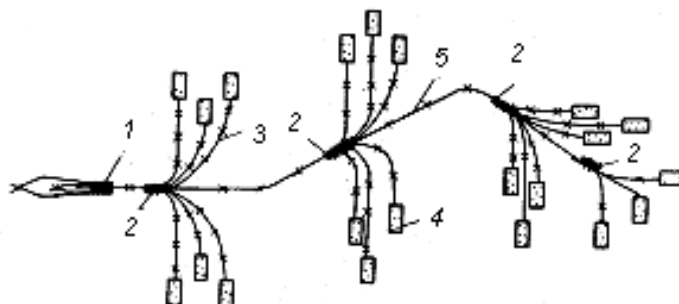
4.15-сурет. Дүмпіткіш пілте желісін параллельді-сатылы жалғау сұлбасы:
1-электрдүмпіткіш; 2-дүмпіткіш пілте магистралы; 3-аралық дүмпіткіш пілте кесіндісі; 4-ЖЗ оқтамы; 5-дүмпіткіш пілте түйіні; l_k – аралық пілте кесіндісінің ұзындығы; l_c – ұңғыма тереңдігі; a – ұңғымалардың арақашықтығы

Дүмпіткіш пілтенің жұмсалатын шығыны жарылыс желісінің жалғану сұлбасына, қабылданған қосымша қайта жалғау әдісіне, оқтамдағы оқшандар саны мен орналасу орнына байланысты болады.

Сенімді жарылыс жұмыстарын орындауды қамтамасыз ету үшін көбінесе, негізгі магистраль дүмпіткіш пілтемен бірге қосымша (дублирующий) дүмпіткіш пілте желісін төсейді. Ал жарылыс жұмыстарын ерекше жағдайларда орындайтын болса, яғни камералық оқтамдарда, су астында немесе батпақ жерлерде, үш немесе төрт қатар дүмпіткіш пілте магистралын орнатады. Кейбір жағдайларда аралық дүмпіткіш пілтелерді де қосымша пілтелермен жабдықтайды. Мұндай жағдайды толық қосымша (полное дублирование) қайталау деп атайды.



4.16-сурет. Дүмпіткіш пілте желісін тізбекті жалғау сұлбасы:
 1-электрдүмпіткіштер; 2-дүмпіткіш пілте; 3-шурф; 4-ЖЗ оқтамы; 5-дүмпіткіш
 пілте түйіні; 6-оқтам камерасы



4.17-сурет. Дүмпіткіш пілте желісін параллельді-будалы (будалы) жалғау сұлбасы:
 1-электрдүмпіткіштер; 2-дүмпіткіш пілте кесінділерінің будасы; 3-дүмпіткіш
 пілте кесінділері; 4-ЖЗ оқтамы; 5-дүмпіткіш пілте магистралы

1. Параллельді-сатылы жалғанған жарылыс желісін есептеу.

Магистраль пілтенің ұзындығы келесі формуламен анықталады:

$$L_i = k_\zeta aN, \text{ м}; \quad (4.13)$$

мұндағы $k_\zeta = 1,05-1,15$ – дүмпіткіш пілтенің артық қабылдануын ескеретін коэффициент;

a – оқтамдардың арақашықтығы, м;

N – аттырылатын оқтамдардың саны.

Аралық дүмпіткіш пілтенің ұзындығы:

$$l_e = k_1 l_a, \text{ м}; \quad (4.14)$$

мұндағы $k_1 = 1,2$ – пілте кесіндісінің артығымен қабылдануын ескеретін коэффициент;

l_0 – кертпеш бетінен оталдырғышқа дейінгі арақашықтық (пілтенің ең соңғы түйініне дейінгі), м.

Сонда желідегі барлық дүмпіткіш пілте ұзындығы:

$$L_\phi = k_\zeta aN + k_1 l_a N = L_i + L_e, \text{ м}. \quad (4.15)$$

Қосымша толық қайта пілтелеген кезде:

$$L_\phi = 2k_\zeta aN + 2k_1 l_a N = 2(L_i + L_e), \text{ м}. \quad (4.16)$$

Тек аралық пілтені қосымша қайта пілтелейтін болса:

$$L_{\phi} = k_{\zeta} aN + 2k_1 l_a N, \text{ м.} \quad (4.17)$$

Тек магистраль пілтені қосымша қайта пілтелейтін болса:

$$L_{\phi} = 2k_{\zeta} aN + k_1 l_a N, \text{ м.} \quad (4.18)$$

Оқтамды үстінен және астынан бір уақытта қоздырған кезде, аралық пілтелер қосымша пілтеленбейді.

1-мысал. Арақашықтығы $a = 5$ м 40 ұңғыманы дүмпіткіш пілте арқылы аттыру үшін параллельді-сатылы жалғау сұлбасы қолданылған. Оталдырғыш ұңғыма ішінде 8 м тереңдікке орналасқан. Жарылыс желісіне жұмсалатын жалпы дүмпіткіш пілте шығынын анықтаймыз [17].

Шешімі. (4.15) формулаға сәйкес:

$$L_{\phi} = k_{\zeta} aN + k_1 l_a N = 1,1 \cdot 5 \cdot 40 + 1,2 \cdot 8 \cdot 40 = 604 \text{ м.}$$

Осы жолмен қалған жағдайлардағы дүмпіткіш пілте шығынын, жоғарыда келтірілген формулаларды қолдана отырып анықтауға болады.

2. Тізбекті жалғанған жарылыс желісін есептеу.

Тізбекті жалғау сұлбасының ерекшелігі, мұнда магистраль пілте болмайды. Сондықтан бұл әдіс көп қолданыла бермейді.

Тізбекті жалғанған желідегі дүмпіткіш пілте шығынын келесі формуламен анықтауға болады:

$$L_{\phi} = 4k_1 l_a N + 2k_{\zeta} a(N - 1), \text{ м.} \quad (4.19)$$

2-мысал. 10 камералық оқтамды аттыру үшін қосымша қайта пілтеленген (дублирование) тізбекті сұлба қолданылған. Оталдырғыштар 16 м тереңдікте орналасқан, ал оқтамдар арақашықтығы $a = 20$ м. Желіге жұмсалатын дүмпіткіш пілте шығынын анықтаймыз.

Шешімі. (4.19) формулаға сәйкес:

$$L_{\phi} = 4k_1 l_a N + 2k_{\zeta} a(N - 1) = 4 \cdot 1,2 \cdot 16 \cdot 10 + 2 \cdot 1,1 \cdot 20(10 - 1) = 1164 \text{ м.}$$

3. Параллельді-будалы жалғанған жарылыс желісін есептеу.

Бұл жарылыс сұлбасы үлкен кесектерді қопарғанда, будаланған (пучок) шпурлар мен ұңғымаларды аттырғанда қолданылады.

Параллельді-будалы жалғанған жарылыс желісіндегі магистраль пілтенің ұзындығы келесі формуламен анықталады:

$$L_i = k_2 a_n n_n, \text{ м;} \quad (4.20)$$

мұндағы k_2 – магистральдің түзу еместігін ескеретін коэффициент. Оқтамдардың орналасу жағдайына байланысты $k_2 = 1,3-1,5$;

a_n – магистральдағы дүмпіткіш пілте будаларының арақашықтығы, м;

n_n – магистральдағы дүмпіткіш пілте будаларының саны.

Аралық пілтелердің (l_k) орташа ұзындықтары оқтамдардың орналасуына және жұмыс жағдайына байланысты анықталады. Бір будадағы бір пілтеге әдетте алты дүмпіткіш пілтеден артық жалғамайды.

Параллельді-будалы жалғанған жарылыс желісіндегі дүмпіткіш пілте ұзындығы келесі формуламен анықталады:

$$L_{\phi} = L_i + L_e = k_2 a_i n_i + n_i m_e l_e, \text{ м;} \quad (4.21)$$

Тұйық желідегі магистраль пілтенің ұзындығы келесі формуламен анықталады:

$$L_i = k_{\zeta} (aN + bn_{\delta}), \text{ м}; \quad (4.22)$$

мұндағы b – оқтам қатарларының арақашықтығы, м;

n_p – аттырылатын қатарлардың саны.

Жалпы тұйық жарылыс желісіне жұмсалатын дүмпіткіш пілте шығыны:

$$L_{\phi} = k_{\zeta} (aN + bn_{\delta}) + l_{\epsilon} N, \text{ м}. \quad (4.23)$$

3-мысал. Карьерде үлкен кесекті қопару үшін дүмпіткіш пілте қолданылады. Сонымен қатар жарылыс желісі 12 будадан параллельді-будалы жалғанған. Будалардың орташа арақашықтығы $a_n = 4$ м. Аралық пілте кесіндісінің ұзындығы $l_k = 2,5$ м, жалпы желіге жұмсалатын дүмпіткіш пілте шығыны $L_{\text{ш}} = 278$ м. Будадағы аралық дүмпіткіш пілте кесінділерінің орташа санын анықтаймыз [17].

Шешімі. Магистраль пілте ұзындығын (4.20) формула арқылы анықтаймыз:

$$L_i = k_2 a_n n_n = 1,4 \cdot 4 \cdot 12 = 68 \text{ м}.$$

Аралық пілте кесінділерінің жалпы ұзындығын анықтаймыз:

$$L_{\epsilon} = L_{\phi} - L_i = 278 - 68 = 210 \text{ м}.$$

Сонда, будадағы аралық пілте кесінділерінің саны:

$$m_1 = \frac{L_{\epsilon}}{n_n l_{\epsilon}} = \frac{210}{12 \cdot 2,5} = 7 \text{ дана}.$$

4.9. Жарылғыш зат оқтамын электрсіз қоздыру жүйесі

Соңғы жылдары еліміздің көптеген ірі тау-кен кәсіпорындары жарылғыш зат оқтамдарын аттыру үшін электрсіз толқынды қоздыру әдісін пайдаланады. Электрсіз толқынды қоздыру (СИНВ) құрылғысы – бұл дүмпіткіш капсуль мен соққы-толқынды түтікше (СТТ) негізіндегі қоздыру жүйесі. Яғни жарылғыш зат оқтамы түтік ішімен 2 км/с жылдамдықпен келетін соққы толқынының көмегімен қоздырылады.

СИНВ жүйесін, жер бетіндегі қопару жұмыстарында, жерасты кеніштері мен 2-класты сақтандырылмаған ЖЗ-ды қолдануға болатын көмір шахталарында күнделікті қолдануға болады. Бұл әдісте дүмпіткіш капсульдер түтік арқылы келетін соққы толқынының көмегімен атылады. Соққы толқынын стартер-пистолет көмегімен іске асырады. Оның жылдамдығы 2 км/с дейін жетеді. Бұл әдіс қауіпсіз қоздыру әдістерінің бірі болып саналады.

СИНВ-ның келесі түрлері болады (4.18-сурет): СИНВ-П, СИНВ-С, СИНВ-Ш.

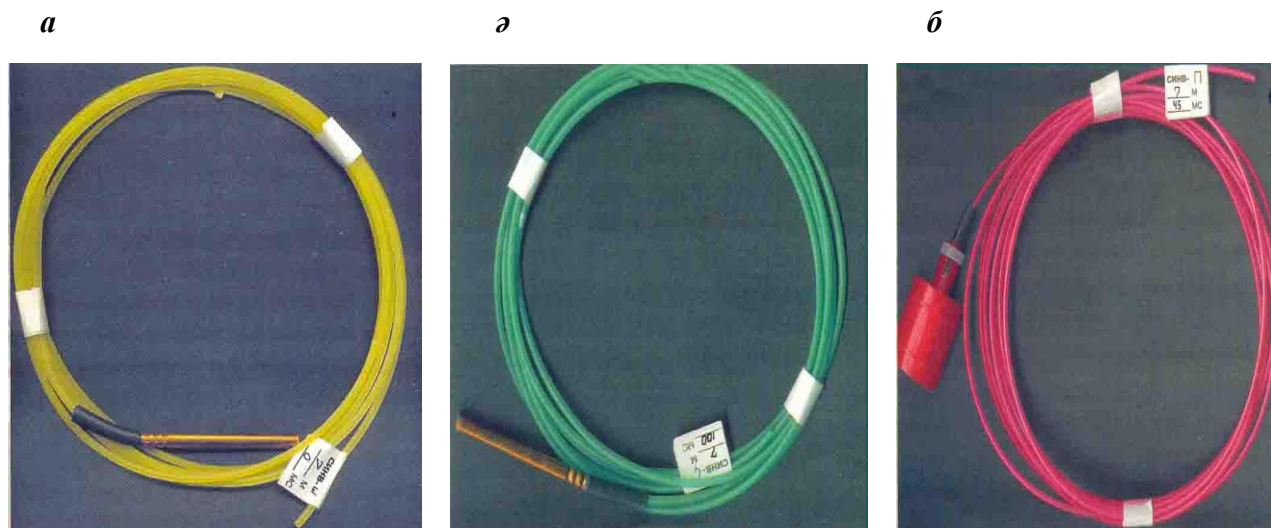
СИНВ-П құрылғысының соққы-толқынды түтікшелерінің ұзындығы - 4, 6, 8, 10 немесе 12 м, СИНВ-Ш құрылғысында - 2, 4, 7, 10 немесе 16 м, СИНВ-С қондырғыларында – 7, 10, 16, 21, 24 немесе 30 м құрайды. Құрылғы жүйесі тұтынушы тапсырысы бойынша басқада ұзындықтармен шығарылуы

мүмкін.

Соққы толқынды түтік (СТТ) – СИНВ құрылғысының қоздыру элементі болып табылады және дүмпіткіш капсюльге қоздыру импульсін жеткізу қызметін атқарады.

Дүмпіткіш капсюль желідегі элементтерді лезде және баяу қоздыруға арналған құрал.

СИНВ-С мен СИНВ-Ш құрылғыларының дүмпіткіш капсюльдерінің қуаты жоғары болғандықтан шашкаларды, оталдырғыш оқшандарды және тағы басқаларды қоздыруға қолданылады.



4.18-сурет. СИНВ қоздыру құралының түрлері:

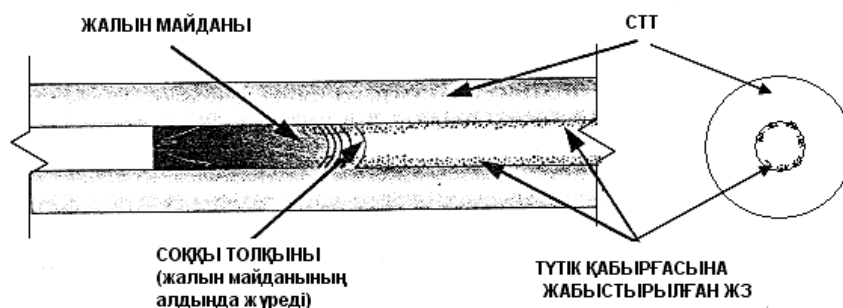
*а – СИНВ-Ш (түтігінің түсі сары); ә – СИНВ-С (түтігінің түсі жасыл);
б – СИНВ-П (түтігінің түсі қызыл)*

СИНВ-Ш шпурлық қоздыру құрылғысы – шпурлық және ұңғымалық оқтамдарды қоздыруға арналған, 20-дан 1000 м/сек дейін 30 кідірту интервалымен жұмыс істеуге мүмкіндігі бар құрал (кідіру уақыты этикеткасында жазылады). Бұл құралдың кідіру уақытының кең көлемде болуы, оқтамдарды аттыру кезегін тиімді таңдауға мүмкіндік береді.

СИНВ-Ш құрылғысының соққы-толқынды түтігі (СТТ) – ішкі бетіне ұнтақ жарылғыш материал жалатылған (ТЭН мен алюминий ұнтағы), бірнеше қабаттан тұратын иілгіш пластикалық түтікше болып келеді. СТТ-ны жоғары механикалық және жылулық күштерге шыдайтын, агрессиялық ортаның әсеріне тұрақты, күн радиациясына және жарылғыш материалға қатысты жабысқақтық қасиетке ие арнайы сортты пластмассадан жасайды. СТТ бойымен жылдамдығы 2 км/с-қа жуық толқын жүреді. Қоздыру процесіндегі қысым 5 МПа-дан аспайды, бұл тек қана дүмпіткіш капсюльді қоздыруға жеткілікті. Сондықтан СТТ тек қана дүмпіткіш капсюльге қоздыру импульсін жеткізу қызметін атқарады. СТТ-нің сыртқы диаметрі 3,5 мм, ал жарылғыш материал массасы 20 мг/м құрайды. Ол 10°-тан 35°С-ға дейінгі температурада жұмыс қабілеттілігін жақсы сақтайды.

Соққы-толқынды түтіктің бір ұшы дүмпіткіш капсульге бекітіліп жасалады, ал екінші ұшы герметикалы жабылған болып келеді. Өнеркәсіп қауіпсіздігінің талаптарына сәйкес СТТ-нің ұштарын кесуге рұқсат етілмейді. СТТ-ні қоздыру үшін дүмпіткіш капсуль, электрдүмпіткіш немесе дүмпіткіш пілтені қолдануға болады.

СТТ жабық жүйе негізінде жұмыс істейді. Себебі дүмпу толқыны түтік ішінде пайда болады. Пайда болған соққы толқыны түтік бойымен толық ұзындығына тарайды (4.19-сурет). Сондықтан түтіктің кез келген зақымдануы, дүмпу күшінің сөніп қалуына алып келуі мүмкін. Түтік ішінен жүретін соққы толқынының күші дүмпіткіш ішіндегі кідірту элементін қоздыруға жеткілікті мөлшерде болады. Бірақ толқынның күші түтіктің өзін қопарып жіберуге жеткіліксіз және бір-біріне дүмпу күшін бере алмайды. Осы себепті соққы-толқынды түтіктерді бір-бірімен будалап жалғауға болады.



4.19-сурет. Түтік бойымен соққы толқынының жүру тәртібі

СИНВ-Ш дүмпіткішінің ішінде бірінші бастауыш жарылғыш зат болмайды. Дүмпіткіш ішіне орналастырылған екінші бастауыш жарылғыш зат қарапайым кідірткіш зат жалыны арқылы қозады (4.20-сурет). Ол өз кезегінде дүмпіткішті қауіпсіз қолдануға мүмкіндік береді.

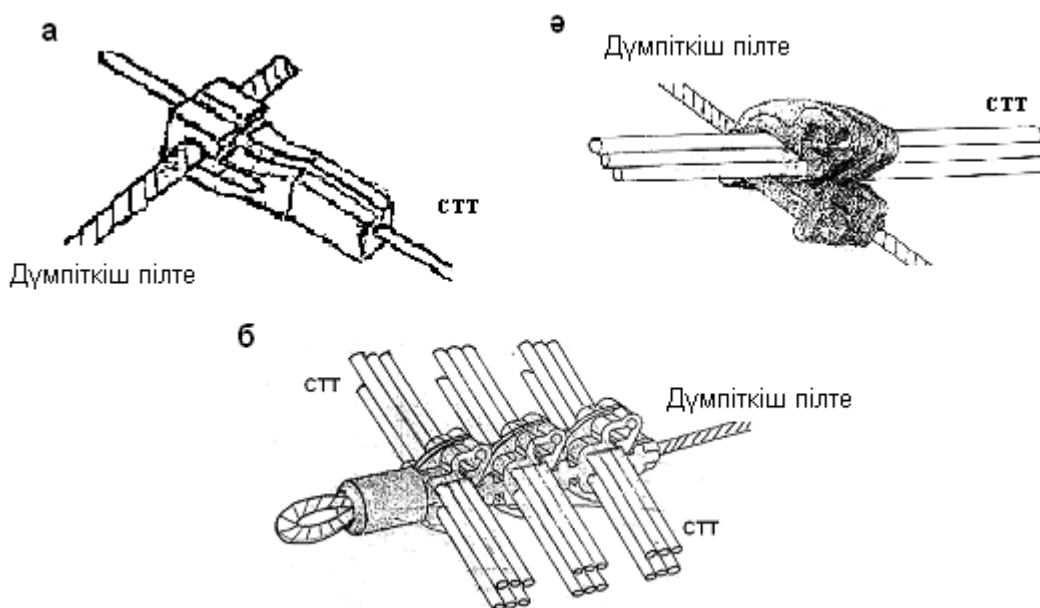


4.20-сурет. СИНВ-Ш дүмпіткіші

Дүмпіткіштің гильзасы тотықпауы үшін мыс-латун жағылған болаттан жасалады. Оның ұзындығы ішіндегі кідірткіш элементтің көлеміне байланысты 72-ден 85 мм-ге дейін болады. Дүмпіткіш ішіндегі кідірткіш элемент пиротехникалық заттар құрамы толтырылған алюминий түтігінен тұрады. Жану жылдамдықтары әртүрлі химиялық элементтерді қолдану

арқасында әртүрлі кідіру уақытын жасауға болады. Дүмпіткіштің қоздырғыш элементі екінші бастауыш қоздырғыш зат (ТЭН) толтырылған болат түтіктен тұрады. Дүмпіткіштің негізгі оқтамы алюминий гильзаға салынған гексоген жарылғыш затынан тұрады.

СИНВ дүмпіткіштерін қоздыру үшін алдында айтқанымыздай дүмпіткіш капсуль, электрдүмпіткіш және дүмпіткіш пілтені қолдануға болады. Соққы-толқынды түтіктер бір-біріне дүмпу бере алмайды. Сондықтан бастапқы импульсті әрбір түтікке беру керек. Ол үшін арнайы жалғағыш блоктар қолданылады. Жалғағыш блоктардың көмегімен бір дүмпіткішке 1–18 дана СТТ-ні жалғауға болады (4.21-сурет). Жалғағыш блоктың жұмыс істеу принципі мынада – яғни, блоктың ортасында дүмпіткіш пілтеге немесе дүмпіткішке арналған тесік болады, ал түтіктер арнайы пазаларға қысқыштар арқылы перпендикуляр орналастырылады.



4.21-сурет. Түтіктердің жалғағыш блоктағы жалғану сұлбасы:
а – бір түтікті; ә - үш түтікті; б – он сегіз түтікті

Жерасты жару жұмыстарындағы СИНВ жүйесін монтаждаудың жалпы талаптары:

1. СИНВ-II және СИНВ-III құрылғыларының СТТ ұзындығының бір бөлшегі жалғауға пайдаланылатынын ескере отырып, шпурдың тереңдігі мен арақашықтығына байланысты ұзындықтар қабылданады.

2. Баяулатуды бақылау, шпурларды оқтау кезінде жүргізілуі тиіс, себебі оқтау кезінде белгілері түсіп қалуы мүмкін.

3. СТТ оқтау барысында зақым келген СИНВ-III құрылғысы қолданысқа жіберілмейді.

4. Забойдағы шпурлардан СТТ құрылғысының қоздыру аралығына дейін пілте аздап тартылып тұруға тиісті.

5. СТТ активті бөлігінің ұзындығы 60 см кем болмауы керек (СТТ құрылғысының қоздыру орнынан дүмпіткіш капсульге дейінгі бөлігі). СТТ қалған бос бөлігінің ұзындығы (СТТ құрылғысының бөлігі қоздыру орнынан

бос сақинаға дейін) 8 см кем болмауы керек.

6. Дүмпіткіш пілте СТТ-мен тек қана жалғанатын жерінде ғана жақындасуы керек.

Бақылау сұрақтары

1. Жарылғыш зат оқтамдарын от арқылы қоздыру әдісінің ерекшелігі неде?
2. Дүмпіткіш капсуль дегеніміз не және оның құрылысы?
3. Тұтандырғыш түтіктіктер қандай тәртіппен жасалады?
4. Жарылғыш зат оқтамдарын от және электрлі-от арқылы қоздыру технологиясы.
5. Оталдырғыш оқшан дегеніміз не және ол қалай дайындалады?
6. Жарылғыш зат оқтамдарын электрлі әдіспен қоздыру үшін қандай жұмыстар орындалады?
7. Электрдүмпіткіштердің құрылысы мен түрлерін атаңыз?
8. Электрлі қоздыруға қандай түрдегі ток беру және бақылау аспаптары қолданылады?
9. Электр желісін жалғау үшін қандай сұлбалар қолданылады және олардың ерекшеліктері неде?
10. Жарылғыш заттарды электрлі қоздыру технологиясын атаңыз?
11. Электрлі қоздыру әдісіндегі атылмай қалған оқтамдарды жою жұмыстарының тәртібі қалай орындалады?
12. Дүмпіткіш пілте көмегімен жарылғыш зат оқтамды қоздыру технологиясы қалай іске асырылады?
13. Дүмпіткіш пілте мен кідірткіштер бір-бірімен қалай байланысады?
14. Дүмпіткіш пілтемен жарылыс желісі қандай сұлбалар арқылы жалғанады?
15. Жарылғыш зат оқтамды электрсіз қалай қоздыруға болады?
16. СИНВ қоздыру құрылғысының құрылысы мен түрлерін атаңыз?
17. Жерасты жару жұмыстарындағы СИНВ жүйесін монтаждаудың жалпы талаптарын атаңыз?

5. ЖАРЫЛҒЫШ ЗАТ ОҚТАМДАРЫ ЖАРЫЛЫСЫНЫҢ ҚОПАРҒЫШТЫҚ, СЕЙСМИКАЛЫҚ ЖӘНЕ АУАЛЫҚ ӘСЕРЛЕРІ

5.1. Негізгі түсініктер

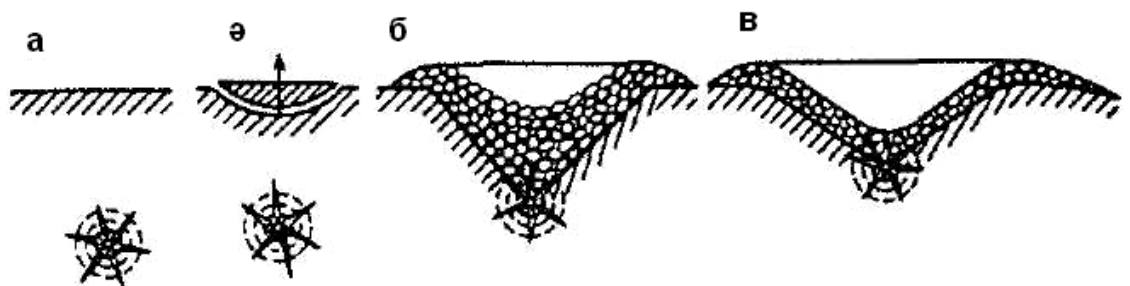
Жер қойнауындағы минералды шикізатты жерасты және ашық әдістермен өндіру, жерасты қазбаларын жүргізу, басқа да құрылыстарда таужыныстарын қопару үшін қолданылатын ЖЗ оқтамдары мына белгілермен топталады [1, 2]:

- орналасуы бойынша қопарылатын нысан үстіне орналасатын – сыртқы оқтам (наружный); жарылатын нысанның ішіне орналасатын ішкі оқтам (внутренний) (шпур ұңғыма немесе камера) болып бөлінеді. Сыртқы оқтам көбінесе, ірі кесектерді қопаруға, су асты жарылыстарында, т.б. жағдайларда қолданылады. Ішкі оқтамдар минералды шикізаттарды ұсақтап қопаруға, жерасты қазбаларын қазғанда және жерасты ғимараттарының құрылысында қолданылады;

- пішіні бойынша – шоғырланған (сосредоточенный) және созылған (удлиненный) оқтам болып бөлінеді. Созылған оқтамға ұзындығы диаметрінен үш есе және одан артық болатын оқтамдар жатады;

- құрылымы бойынша – аралықтармен бөлінбеген біртегіс және аралары әртүрлі заттармен бөлінген ыдыратылған оқтам болып бөлінеді;

- әсер ету сипаты бойынша – камуфлетті оқтам (алысқа тармайтын бағыттағыш оқтам) (5.1а-сурет); қопарып түсіретін оқтам (откольный), яғни таужынысы белгіленген жерден қопарылып түседі (откольный) (5.1ә-сурет); қопсытқыш оқтам (таужыныстарын алысқа лақтырмай ұнтақтайды). Шоғырланған оқтам атылысынан, жер бетінде конус тәрізді қопарылған шұңқыр аймақ пайда болады, оны – *жарылыс ұрасы* (воронкасы) деп атайды (5.1б-сурет); лақтырғыш оқтамды қолданғанда, таужыныстары қопарылып, алысқа лақтырылады (5.1в-сурет).



5.1-сурет. Әртүрлі оқтамдағы жарылыс әсерінің көрінісі:
а – камуфлетті; ә – қопарып түсіретін; б – қопсытқыш; в – лақтыру

Жарылыс ұрасының пішіндері қопарылатын ортаның қасиеттеріне байланысты болады. Жеке шоғырланған оқтамдарды есептейтін кезде жарылыс ұрасының пішінін төңкерілген конус тәрізді етіп қабылдайды.

Жарылыс ұрасының келесі элементтерін атап кетуге болады:

- оқтамның орналасу тереңдігі немесе *қысқа қарысу сызығы* – оқтам

центрінен ең жақын ашық кеңістікке дейінгі арақашықтық (W). Ал бірнеше қатарға орналасып созылған оқтамдарда қысқа қарысу сызығы – қатарлар арасындағы орташа қашықтық;

- жарылыс ұрасының бұрышы; оқтам жарылысының әсер ету радиусы; жарылыс ұрасы табанының радиусы; жарылыс әсерінің көрсеткіші, яғни, $n=r/W=tg\alpha$.

Оқтам орналасқан аймақта жарылыс кезінде соққы толқыны мен газ әсерінен ұсақталу аймағы пайда болады. Осы аймақтың ішінде таужыныстары өте ұсақ кесектерге айналып қопарылады. Ал ұсақталу аймағының сырт жағында таужыныстары құрылымын өзгертпей, жарықшақтанып қопсиды. Бұл аймақты *қопсу аймағы деп атайды*.

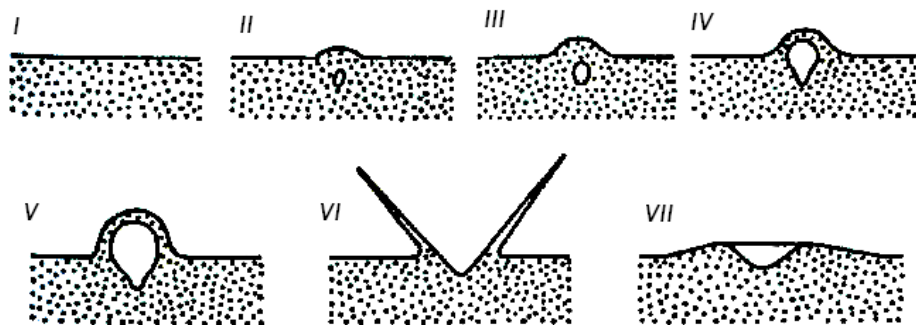
Оқтамнан одан да алыс жерлерде таужыныстары қопарылыссыз тек сілкініске ұшырайды. Бұл аймақты *сілкініс аймағы*, яғни жарылыстың сейсмикалық әсерінің аймағы деп атайды.

Жарылыс кезінде бөлінетін газдар ауалы соққы толқынын тудырады. Мұндай соққы толқындары қоршаған ортаға, әсіресе, жеңіл материалдардан салынған конструкцияларға әсерін тигізеді. Бұл аймақты – *жарылыстың ауалы әсер аймағы* деп атайды.

5.2. Оқтамдар жарылысының қопарғыштық процесі

Қопарылу процесінің механизмі бойынша барлық таужыныстары үш топқа бөлінеді: топырақ массивтері; қатты тас тәрізді монолитті және қатты тас тәрізді жарықшақты массивтер [1, 2].

Топырақ массивтерді аттырғанда оқтам айналасында жарылыс газдарымен толыған, дөңгелек кеңістік пайда болады. Ол ашық кеңістікке жақындаған сайын оқтамның қысқа қарысу сызығы бойының бағытымен асимметриялы алмұрт тәрізді пішінге ие болады (5.2-сурет). Кеңістік пішінінің өзгеруі массивтің кедергісінің әртүрлі екендігімен сипатталады.



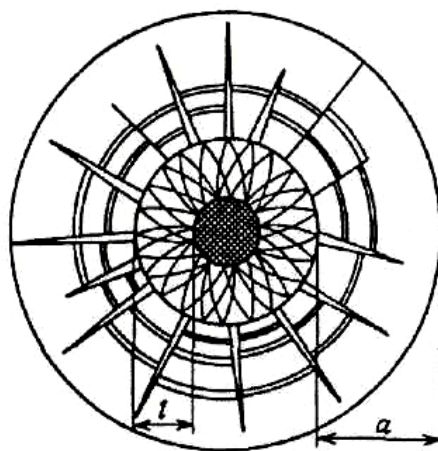
5.2-сурет. Топырақ массиві қопарылысы ретінің көрінісі

Кеңістіктің астыңғы бөлігінде кеңею күрт тоқтайды, ал кеңістіктің жоғарғы бөлігі, топырақ қабатын жұқарта, жербетіне көтере отырып кеңейе береді. Ол кеңею шегіне жеткен кезде жарылады. Содан кейінгі топырақ қозғалысы жеке бөлшектердің баллистикалық ұшуының арқасында орын алады. Ал сол кезде топырақ массасы төмен қарай құлап, ашық ұра пайда

болады. Ұраның беткейлері тарамданып, қопарылған таужынысының бір бөлігі ұраның ішіне құлап, ұрада табиғи құлау бұрышы пайда болады.

Қатты тас тәрізді монолитті массивтерді жарылыс күшімен қопарғанда, жарылғыш заттың дүмпу жылдамдығы таужынысының деформация жылдамдығынан айтарлықтай жоғары болады. Соған байланысты таужынысының жоғарғы кеңістігі, жарылыс әсерін бір уақытта, оқтам мен массивтің жанасқан толық алаңының бойымен қабылдайды. Оқтам мен таужынысының жанасқан кеңістігінде дүмпу толқыны жоғары амплитудалы соққы толқынына айналады. Соққы толқынының амплитудасы оқтамнан алыстаған сайын күрт төмендейді. Алыстау арақашықтығы 5–6 оқтам радиусының шамасына жеткенде серпімді кернеу толқынына айналады. Оның таралу жылдамдығы соққы толқынына қарағанда төмен келеді. Бірақ жарылыс толқынының амплитудасы таужынысының мықтылығынан бір неше есе артық болады. Соның әсерінен таужынысының массиві қопарылады. Бұл аймақты ұсақталу немесе жарылыстың пластикалы әсерінің аймағы деп сипатталады. Оның мөлшері шамамен 10–12 оқтам радиусына тең болады. Жарылыс толқыны мен газдарының әсерінен таужынысының массиві сығылып, кернеу толқынының майданының артымен ығысады. Осыған байланысты күшті деформацияланып, жарықшақтанған таужынысының аймағы пайда болады. Жарылыс кернеуі оқтамнан ары қарай алыстаған сайын оның күші төмендеп, таужынысының қопарылуға кедергісінен аз болып қалады. Мұндай жағдайда таужынысы қопарылмайды [1, 2, 4].

Жарылыстың тура кернеу толқындары мен сығылған газының әсерінен қоршаған ортада, радиалды бағытта – сығушы кернеу, ал тангенциалды бағытта – созушы кернеулер орын алады. Соның әсерінен радиалды жарықшақтар орнығады (5.3-сурет). Жоғары қысымның әсерінен таужынысы деформацияланып, оқтам айналасындағы шартты радиустар кеңейеді Соған байланысты таужынысы радиалды бағытта созушы кернеу аймағына түсіп, онда радиалды жарықшақтар орын алады.



5.3-сурет. Оқтам айналасындағы қатты тас тәрізді монолитті таужыныстарының қопарылу процесі:

a – жарықшақтардың пайда болу аймағы; l – ұсақталу аймағы

Қатты тас тәрізді жарықшақты массивтер жарылыс газдарының қысымының әсерінен де, кернеу толқындарының әсерінен де қопарыла береді. Жарылыс газдарының жоғары қысымының әсерінен оқтам камерасының айналасында кеңістік пайда болады.

Массивтің генетикалық және тектоникалық теспе жарықшақтары кернеу толқындарының таралуына және аймақ сыртында қопарылысқа жол бермей, бөлгіш кеңістік ретінде жұмыс істейді. Әрбір жарықшақтың жоғарғы бетінде, оның жарықшақтардан жартылай шағылысуының әсерінен толқында кернеудің секірісті төмендеуі байқалады. Соның әсерінен жарықшақты массивтегі кернеу оқтамнан алыстаған сайын монолитті массивпен салыстырғанда қарқынды төмендейді, ал оқтам жарылысынан пайда болатын жарықшақтардың таралу арақашықтығы аз болады. Оқтаммен жанасатын бөлгіш кеңістіктің сырт жағындағы таужыныстары негізінен механикалық соққының әсерінен қопарылады. Сондықтан таужыныстарының массасында жарылыс газдарының толқындарының және басқада аймақтардың қосымша соққыларының әсерінен бірнеше қопару ошақтары пайда болады.

Б.Н. Кутузовтың болжамы бойынша жарықшақты массивте жарылыс кезінде: толқынды сипаттағы және кинетикалық сипаттағы екі қопарылыс механизмі болады. Осы қопарылу механизмдеріне байланысты жарықшақты массивте екі негізгі: таужыныстарының қалыпты ұсақталу аймағы және ұсақталу дәрежесі реттелмейтін кіші аймақ болады.

5.2.1. Бірнеше оқтамдарды бір уақытта аттырған кездегі таужыныстарының қопарылу процесі

Тау-кен өнеркәсібінде жеке оқтам жарылыстары сирек қолданылады. Сондықтан бір уақытта аттырылатын бірнеше оқтамдардың өз байланыстарының ерекшеліктерін білу қажет.

Бірнеше оқтамдарды бір уақытта аттырғаннан пайда болатын кернеу толқындары кездескен кезде қоршаған ортаның кернеулі жағдайы күрт өзгереді. Бір уақытта аттырылатын оқтамдарды байланыстыратын сызық бойымен бөлінетін бөлшектердің қопарылу радиусы 1,6–2,0 есе жоғарылайды. Сонымен қатар бөлшектер негізінен бір магистраль жарықшақ бойымен қопарылады. Бөлшек жарықшақтарының ұштары бір-бірімен жалғасып отырады. Мұндай жарылыс күшінің әсерін жиек оқтамдарын қопаруға қолданған тиімді [2].

Қопарылатын массив тереңдігінде ұңғыма мен ашық кеңістік арасында орналасқан таужынысының белгілі көлемінде, көрші орналасқан оқтамдардың жарылысы әсерінен пайда болатын кернеулердің өзара компенсациясы жүретін аймақ қалыптасады. Осы аймақта таужынысының ұсақталу дәрежесі төмен келеді. Мұндай аймақтың минимальды мөлшерін оқтамдардың жақындасу коэффициенті $m > 1$ болғанда алады. Жарылыс жұмыстарын жүргізген кезде, мұндай аймақтардың өлшемдерін максимальды азайтуға ұмтылу қажет. Бұл көрсеткішті ұңғымалардың жақындасу коэффициентінің мәнін жоғарылату ($m > 2$) және оқтамдарды әртүрлі уақытта аттыру арқылы

қамтамасыз етеді.

Созылған оқтамдарды қолданғанда таужыныстарының қопарылу дәрежесін жақсарту үшін созылған оқтамдарды бір-біріне жақындатып, жарылғыш заттың меншікті шығынын жоғарылату қажет. Бірақ бұл көрсеткіштерді әр таужынысының белгілі шегіне байланысты жоғарылатуға болады. Егер бұл көрсеткіштердің мәнін ары қарай жоғарылата беретін болсақ, таужынысының қопарылу дәрежесі төмендеп, жарылыстан ірі кесектер пайда болуы мүмкін.

5.2.2. Оқтамдарды қысқа кідіртпін аттырған кездегі таужыныстарының қопарылу процесі

Оқтамдарды қысқа кідіртпін аттыру дегеніміз – бірнеше оқтамдарды немесе жеке оқтамдарды миллисекунд есебімен бір-бірінен кешіктіріп, тізбекті аттыру [2].

Оқтамдарды қысқа кідіртпін аттырудың тиімділігін сипаттайтын негізгі факторлар болып кідірту интервалы және массив аймақтарының қопарылу кезегі мен таужыныстарының шашырау процесіндегі қозғалысы саналады. Бұл көрсеткіштер таужыныстарының қасиеттеріне, оқтамдардың орналасу сызбасына, жарылыс талабына (ұсақтау, шашырату, т.б.) сәйкес өзгеріп отырады.

Оқтамдарды қысқа кідіртпін аттыру кезінде алынатын жетістік келесі факторлармен анықталады:

- көрші оқтамдардың пайда болатын кернеу толқындарының интерференциясынан;
- қосымша ашық кеңістіктердің пайда болуынан;
- жарылыс кезіндегі көрші оқтамдардың ұшатын кесектерінің қосымша соққысынан.

Кідірту уақытының аралығы аз болған кезде (5 мс дейін) кернеу толқындарының интерференциясы, орташа болған кезде (15–200 мс) – қосымша ашық кеңістіктер пайда болады, ал үлкен болғанда (> 200 мс) қосымша соққы үлкен мәнге ие болады.

Кернеу толқындарының интерференциясы алдыңғы және соңғы жарылыстардың бөлшектерінің орын ауыстыру бағыты сәйкес келген кезде орын алады. Кернеу толқындарының интерференциясын қамтамасыз ету үшін талап етілетін кідірту уақытын проф. Г.И. Покровскийдің формуласымен анықтау ұсынылады:

$$t = \frac{\sqrt{a^2 + 4W^2}}{v_y}; \quad (5.1)$$

мұндағы a – оқтамдардың арақашықтығы, м;

W – қысқа қарысу сызығы немесе табан бойынша кедергі, м;

v_y – массивтегі кернеу толқындарының таралу жылдамдығы, м/с.

Массивтегі кернеу толқындарының таралу жылдамдығы 4–5 км/с, қысқа қарысу сызығы немесе табан бойынша кедергі 1–8 м болғанда,

толқындардың өту уақыты 0,25–2 мс кұрайды. Осындай кідірту уақытын қамтамасыз ету үшін дүмпіткіш пілте кесінділерін қолдануға болады.

Кернеу толқындарының интерференциясының тиімділігін әрбір оқтамға көрші оқтамдардың атылысынан қозатындай қоздыру құралдарын орналастыру арқылы іске асырады.

Жарылғыш зат жарылысынан қосымша ашық кеңістіктердің пайда болуы массивте қосымша созу толқындарының пайда болуын қамтамасыз етеді. Ол өз кезегінде массивтің қарсыласу кедергісін төмендетіп, таужынысының тиімді қопарылуына мүмкіндік береді.

Аттырылатын оқтам айналасындағы массивте ашық кеңістіктер санының өсуіне байланысты қопарылу көлемі де шамамен соған пропорционал өседі (5.4-сурет).

Таужыныстарының ұсақталуы ашық кеңістікке орын ауысу сәтінде іске асады. Егер бастапқы жарылыстан пайда болған қуыстың ені жеткіліксіз болса, таужыныстарының қопарылуы қиындай түседі. Себебі алғашқы жарылыстан қопарылған таужынысы белгіленген мөлшерге жылжи алмай, келесі жарылысқа қосымша кедергі жасайды. Сондықтан массивтің қопарылған және қопарылмаған бөлшектерінің арасындағы кеңістіктің ені ең қысқа қарысу сызығына және сол таужынысының минимальды қопсу коэффициентіне пропорционал болуы қажет.



5.4-сурет. Ашық кеңістіктер санының өсуіне байланысты жарылыстың қопарғыштық әсерінің жоғарылауы

Ашық кеңістіктерді алу үшін қуыстың қажетті ені, көп жылдық тәжірибелерге сүйене отырып, мына шамада болуы мүмкін $(1/20 \div 1/30)W$.

Қосымша ашық кеңістіктер болған кездегі массив қопарылысының сұлбасы 5.5-суретте көрсетілген.

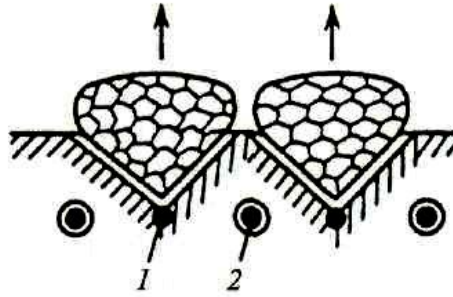
Оқтам жарылыстарының арасындағы кідіру уақытын, яғни сол уақыт ішінде алғашқы оқтам атылысынан кейін массивте ашық кеңістік пайда болатындай етіп қабылдау қажет:

$$t = t_1 + t_2 + t_3; \quad (5.2)$$

мұндағы t_1 – оқтамнан ашық кеңістікке дейінгі кернеу толқындарының таралу уақыты, мс;

t_2 – қопарылыс призмасының жиегі бойымен жарықшақтардың пайда болу уақыты, мс;

t_3 – ені жеткілікті мөлшерде ашылған жарықшақтың пайда болуы үшін массивтің жылжуының уақыты, мс.



5.5-сурет. Қысқа кідірілген жарылыс кезіндегі қосымша ашық кеңістіктердің пайда болуы:
1, 2-оқтамдар

Әдетте t_1 шамасы t_2 және t_3 -пен салыстырғанда аз болып келеді ($t_1=1-2$ мс). Сондықтан $t = t_2 + t_3$ деп қабылдауға болады. Геометриялық заңдылықтарға сәйкес:

$$t_2 = \frac{W}{v_{mp} \eta \cos \alpha}; \quad (5.3)$$

мұндағы v_{mp} – жарылыс кезінде жарықшақтардың пайда болу жылдамдығы, м/с;

η – жарықшақтық коэффициенті, $\eta=0,5-1,0$;

α – жарылыстан пайда болған ұра беткейінің бұрышы, $\alpha \approx 45^\circ$.

Таужыныстарының $v_{tp}=1700-2000$ м/с тең және ұңғыма диаметрі 220–250 мм болғанда, $t_2=15-20$ мс.

t_3 мәнін анықтау үшін, оқтам жарылысынан таужынысы монолитті призма тәрізді жылжиды деп қабылдау қажет. Сонда:

$$t_3 = 10^{-6} \frac{W^2 \rho_n \operatorname{tg} \alpha}{d}; \quad (5.4)$$

мұндағы ρ_n – таужынысының тығыздығы, кг/см³;

d – ұңғыма диаметрі, см;

W – қысқа қарысу сызығы, см.

Диаметрі 220–250 мм ұңғымалар үшін және таужынысының тығыздығы $(2,2-2,8) \cdot 10^{-3}$ кг/дм³ болғанда, $t_3=10-15$ мс.

Көмір шахталарының дайындық қазбаларында жарылыс жұмыстарын жүргізген кезде тиімді кідірту уақытын келесі эмпирикалық формуламен анықтауға болады:

$$t = \frac{31,5}{\sqrt[4]{c \cdot \rho_n}} W - 6\sqrt[4]{c \cdot \rho_n} + 9,6, \text{ мс}; \quad (5.5)$$

мұндағы c – таужынысындағы ұзына бойғы толқындардың жылдамдығы, мс;

ρ_n – таужынысының тығыздығы, кг/м³.

5.2.2.1. Қысқа кідіріп аттырудың параметрлерін есептеу

Жеке ұңғымалар үшін есепті қарысу сызығының мөлшері келесі формуламен анықталады [17]:

$$W_p = 24d \sqrt{\frac{\Delta}{q}}, \text{ м}; \quad (5.6)$$

мұндағы d – оқтам диаметрі, м;

Δ – ЖЗ-тың оқталу тығыздығы, кг/дм³;

q – ЖЗ-тың меншікті шығыны кг/м³.

Сериялы қысқа кідіртiп аттырған кезде есептi қарысу сызығының мәні келесі формуламен анықталады:

$$W_1 = W_p (1,6 - 0,5m), \text{ м}; \quad (5.7)$$

мұндағы m – оқтамдар арақашықтығы, м.

Көпқатарлы қысқа кідіртiп аттыру кезінде, қатарлардың арақашықтығы:

$$b = (0,85 \div 1,0)W_1, \text{ м} \quad (5.8)$$

формуласымен анықталады.

Ұңғымалық оқтамның массасы, ұңғыманың оқталған бөлігінің сыйымдылығы бойынша:

$$Q = (L_c - L_{\text{çää}}) \delta, \text{ кг} \quad (5.9)$$

формуласымен анықталады. Мұндағы L_c – ұңғыма тереңдігі, м;

$L_{\text{çää}} = (15 \div 30) d$ – ұңғымадағы тығынның ұзындығы, м;

$p - 1$ м ұңғыманың сыйымдылығы, кг.

Оқтамдар жарылысының арасындағы кідіру уақыты:

$$t = A_\zeta W_1, \text{ мс}; \quad (5.10)$$

мұндағы A_ζ – таужынысының бекемдігіне байланысты қабылданатын коэффициент: өте бекем таужыныстарында - $A_\zeta=3$; бекем таужыныстарында $A_\zeta=4$; орташа бекемдіктегі таужыныстарында $A_\zeta=5$; бос (орнықсыз) таужыныстарында $A_\zeta=6$.

Қопарылатын таужыныстарының пішіні мен енін басқару қажет болған кезде, кідірту уақыты:

$$t = (1,5 \div 2)A_\zeta W_1, \text{ мс} \quad (5.11)$$

формуласымен анықталады.

Қысқа кідіртiп аттыру кезінде лезде атылатын электрдүмпіткіштер ретінде ЭД-8-Э және ЭД-8-Ж дүмпіткіштері қолданылады.

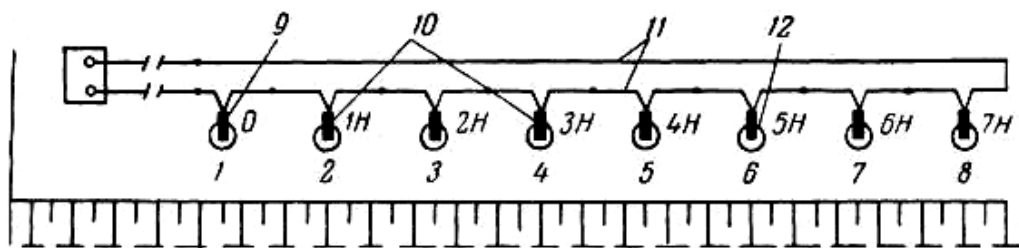
Дүмпіткіш пілтелер көмегімен қысқа кідіртiп аттыру кезінде, кідіру сатыларын пиротехникалық релелердің көмегімен іске асыруға болады.

Егер есеп бойынша анықталған кідірту уақыты, стандартты уақыттан сәл өзгеше шықса, ең жақын келетін стандартты кідіру уақыты қабылданады.

Мысал. Диаметрі 115 мм ұңғымаларды бекем таужынысында аттырған кездегі оқтамдардың орналасу параметрлері мен кідірту уақыттарын анықтаймыз [17].

ЖЗ оқталу тығыздығы 0,9 кг/дм³; меншікті шығыны 0,6 кг/м³, оқтамдардың арақашықтығы 1,0 м. Аттырылатын ұңғымалардың саны – 8, олар бір қатарда орналасқан. Оқтамдар электрлі әдіспен қоздырылады.

Шешімі. Оқтамдардың орналасуының және электрлі аттыру желісінің принципті сұлбасын құрастырамыз (5.6-сурет).



5.6-сурет. Бір қатарда тізбекті жалғанған оқтамдарды қысқа кідіртіп аттырудың сұлбасы:

1–8-қатардағы тізбекті жалғанған оқтамдар; 9-лезде атылатын электрдүмпиткіш; 10-сәл кідіріп атылатын электрдүмпиткіштер; 11-электрлі аттыру желісінің сымдары; 12-ұңғымалар

(5.6) формуланы қолданып, жеке ұңғыманың есепті қарысу сызығының мөлшерін анықтаймыз:

$$W_p = 24d \sqrt{\frac{\Delta}{q}} = 24 \cdot 0,115 \sqrt{\frac{0,9}{0,6}} = 3,36 \text{ м.}$$

Сериялы қысқа кідіртіп аттырған кезде есепті қарысу сызығының мәні:

$$W_1 = W_p (1,6 - 0,5m) = 3,36(1,6 - 0,5 \cdot 1) = 3,7 \text{ м.}$$

(5.10) формуланы қолданып ұңғымалық оқтамдардың кідіру уақыттарын анықтаймыз:

$$t = A_\zeta W_1 = 4 \cdot 3,7 = 14,8 \text{ мс.}$$

$$t = 15 \text{ мс деп қабылдаймыз.}$$

Оқтамдардың арақашықтығы:

$$a = mW_1 = 1 \cdot 3,7 = 3,7 \text{ м.}$$

Есептен алынған нәтижелерге сәйкес, бірінші лезде атылатын электрдүмпиткіш қабылдаймыз, ал қалғандарын содан 15 мс кеш атылатындай, яғни 1Н – 15 мс; 2Н – 30 мс; 3Н – 45 мс; 4Н – 60 мс; 5Н – 75 мс; 6Н – 90 мс; 7Н – 105 мс қабылдаймыз.

5.2.3. Оқтамдардың қопарғыштық әсерін есептеудің жалпы принциптері

Оқтамның қопарғыштық әсерін есептеуге қолданатын әдістемелердің мәні – 1 м^3 массивті қопаруға кететін ЖЗ-тың меншікті шығынын және жарылыс кезінде қопарылатын массивтің есепті көлемін анықтаудан тұрады.

ЖЗ меншікті шығыны – таужынысының қасиетіне, жарылыс жұмыстарын орындау әдісіне және жарылыс мақсатына байланысты болады. Өнеркәсіптік жарылыстарды талдау негізінде өндіріс орындарында таужыныстарының классификациясы құрастырылып, әрбір категорияға ЖЗ-тың меншікті шығындары белгіленеді [1, 2].

Қопсытуға арналған шоғырланған оқтамдар. Қопсытуға арналған шоғырланған оқтамдарда жарылыс кезінде конус тәрізді ұра пайда болады да, оның шыңындағы бұрыш 90° құрайды деген болжам негізінде есептеулер жүргізіледі. Мұндай ұраның көлемі – конус көлеміне тең деп қабылданып:

$$V = \frac{1}{3} \pi \cdot r^2 W, \text{ м}^3 \quad (5.12)$$

формуласымен анықталады. Мұндағы r – ұраның радиусі, м;

W – ең аз кедергі сызығы немесе табан бойынша кедергісі, м.

Қалыпты ұра пайда болған кезде жарылыс әсері $n=1$ және соған сәйкес $r=W$ деп ескерсек, $\pi=3$ деп қабылдап, $V \approx W$ деуге болады. Есепті формуламына түрде болады:

$$Q_n = q_n W^3, \text{ кг}; \quad (5.13)$$

мұндағы q_n – қалыпты жарылыс ұрасы үшін ЖЗ-тың есепті меншікті шығыны, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Қалыпты ұраның үлкеюі мен кішіреюіне сай, жарылыс әсерінің көрсеткіші де жоғарылап, төмендейтіні белгіленген. Сондықтан, есеп формулаларына жарылыс әсері көрсеткішінің функциясы $f(n)$ енгізіледі. Сонда:

$$Q = f(n) q_n W^3. \quad (5.14)$$

Бұрынғы «Союзвзрывпромның» сынақтары бойынша жарылыс әсері көрсеткішінің мәнін сандық мәнге өзгертуге болады, яғни $f(n)=0,33$. Онда шоғырланған оқтам мөлшерін Q_{cp} (кг):

$$Q_{cp} = 0,33 q_n W^3 \quad (5.15)$$

формуласымен анықтайды.

Лақтыруға (выброс) арналған шоғырланған оқтамдар. Лақтыру жарылыстары әртүрлі мақсаттағы профильді шұңқырларды жасауға, үйінділерді қалыптастыруға қолданылады. Лақтыруға арналған жарылыстарды шоғырланған оқтамдар, жазық созылған оқтамдар және ұңғымалық оқтамдармен іске асыруға болады [1, 17].

Лақтыру ұрасының радиусы:

$$r = nW, \text{ м} \quad (5.16)$$

формуласымен анықталады. Мұндағы n – жарылыс әсерінің көрсеткіші;

W – қысқа қарысу сызығы.

Жарылыс әсерінің көрсеткіші:

$$n = \frac{r}{W}. \quad (5.17)$$

Ұраның көрінетін тереңдігі жарылыс әсерінің көрсеткіші мен топырақтың қасиетіне байланысты болады:

$$H_B = \alpha W (2n - 1), \text{ м}; \quad (5.18)$$

мұндағы α – қопарылатын топырақтың қасиетіне байланысты қабылданатын эмпирикалық коэффициент.

Қатты емес және қатты тасты таужыныстарында $n \leq 2$ болған кезде, $\alpha=0,33$ деп қабылдауға болады.

Сығылған топырақтарда $n > 2$ болған кезде ұраның көрінетін тереңдігін:

$$H_B = W + R_c, \text{ м} \quad (5.19)$$

формуласымен анықтауға болады. Мұндағы R_c – шоғырланған оқтам атылысы

кезіндегі топырақтың сығылу радиусы, м:

$$R_c = 0,062\sqrt[3]{uQ_B}, \text{ м}; \quad (5.20)$$

мұндағы Q_B – шоғырланған лақтыру оқтамының салмағы, кг;

u – жарылыс әсерінен топырақтың сығылуын ескеретін, пропорционалдық коэффициент. Сығылмалы қатты тасты таужыныстарында $u=10$, қатты тас емес орташа мықтылықтағы таужыныстарында $u=150$, саз топырақтарда $u=250$.

Шоғырланған лақтыру оқтамының салмағын анықтайтын формулалар жеткілікті. Бірақ осы жағдайды ескере отырып:

$$Q_B = q_i W^3 (0,4 + 0,6n^3), \text{ кг} \quad (5.21)$$

формуласымен анықтауға болады. Мұндағы q_n – қалыпты лақтыруға арналған ЖЗ-тың меншікті шығыны, кг/м³;

$f(n) = 0,4 + 0,6n^3$, жарылыс әсерінің көрсеткішіне байланысты келесі мәнге ие:

n.....	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0
$f(0,4+0,6n^3)$	1,0	1,57	2,42	3,61	5,2	7,23	9,77	12,88	16,6

$W > 25$ м болғанда:

$$Q_B = q_i W^3 (0,4 + 0,6n^3) \sqrt{\frac{W}{25}}, \text{ кг} \quad (5.22)$$

формула қолданылады немесе:

$$Q_B = q_i W^3 (An^3 - An^2 + 1), \text{ кг} \quad (5.23)$$

формуланы қолдануға болады. Мұндағы A – эмпирикалық коэффициент.

$1,1 < n < 2,1$ болғанда $A = 3,1 - n$; $n > 2,1$ болғанда $A = 1$. Жарылыс әсерінің көрсеткішіне байланысты $f(n) = An^3 - An^2 + 1$ келесі мәнге ие:

n.....	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0
$f(n) = An^3 - An^2 + 1$	1,0	1,72	2,8	4,10	5,4	7,33	10,37	14,24	19,0

Қопарылыс ені, яғни ұра осынен қопарылыс соңына дейінгі арақашықтық:

$$B_p = 5nW, \text{ м} \quad (5.24)$$

формуласымен анықталады.

Қопарылыс биіктігі:

$$h_p = \frac{0,6W}{n}, \text{ м}. \quad (5.25)$$

Лақтырылым ұрасындағы жарылыстың әсер ету радиусы:

$$R_B = W\sqrt{n^2 + 1}, \text{ м}. \quad (5.26)$$

Қатардағы шоғырланған лақтырылым оқтамдарының арақашықтығы:

$$a = 0,5W(n + 1), \text{ м}. \quad (5.27)$$

Шоғырланған лақтырылым оқтамдары орналасқан қатарлардың арақашықтығы:

$$b = 0,42W(n + 1), \text{ м.} \quad (5.28)$$

Тастама (сброс) жарылыс кезіндегі шоғырланған оқтам мөлшері:

$$Q_{\dot{a},\bar{n}} = q_i W^3 (0,4 + 0,6n^3) \sqrt{\cos \alpha}, \text{ кг} \quad (5.29)$$

формуласымен анықталады. Мұндағы α – қиябет кеңістігінің көлбеу бұрышы, $\alpha > 20^\circ$.

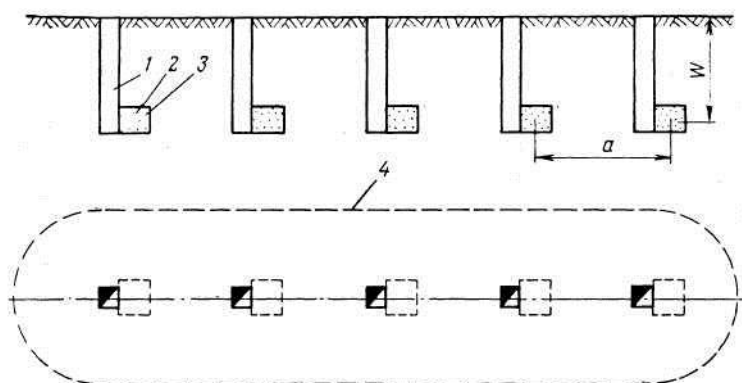
Қысқа қарысу сызығының мөлшері:

$$W = H_\zeta - \frac{h_\zeta}{2}, \text{ м;} \quad (5.30)$$

мұндағы H_ζ – оқтамның орналасу тереңдігі, жер бетінен камера табанына дейінгі қашықтық, м.

1-мысал. Пропорционалдық коэффициенті $u=10$ топырақта шоғырланған лақтырым оқтамдарының жарылысын қолданып, ұзындығы 525 м және үсті бойынша ені 60 м болатын шұңқыр жасау керек. $W=12$ м; $q_n = 1,5$ кг/м³ болғанда, оқтамдардың арақашықтығын, оқтамның жалпы салмағын және бір қатарлы аттырғандағы шұңқырдың тереңдігін анықтаймыз [17].

Шешімі. Бір қатарда орналасқан лақтырым оқтамдарының принципті сұлбасын құрастырамыз (5.7-сурет).



5.7-сурет. Бір қатарда орналасқан лақтыру оқтамдарының сұлбасы:

1-шурф; 2-лақтырым оқтамы; 3-оқтам камерасы; 4-шұңқырдың жобалық жиегі

Профильдік шұңқырлар үшін n мәнін анықтаймыз:

$$n = \frac{B}{2W} = \frac{60}{2 \cdot 12} = 2,5. \quad (5.31)$$

(5.23) формуланы қолданып, $n = 2,5$; $A = 1$ болғандағы шоғырланған оқтам массасын анықтаймыз:

$$Q_B = q_i W^3 (An^3 - An^2 + 1) = 1,5 \cdot 12^3 (1 \cdot 2,5^3 - 1 \cdot 2,5^2 + 1) = 26880 \text{ кг.}$$

$n > 2$ болғандығын ескеріп, шұңқыр тереңдігін (5.19) формуламен, ал топырақтың сығылу сферасының радиусын (5.20) формуламен анықтаймыз:

$$R_c = 0,062 \sqrt[3]{uQ_B} = 0,062 \sqrt[3]{10 \cdot 26880} = 3,9 \text{ м.}$$

Сонда, шұңқыр тереңдігі:

$$H_B = W + R_c = 12 + 3,9 = 15,9 \text{ м.}$$

(5.27) формуланы қолданып, оқтамдардың арақашықтығын

анықтаймыз:

$$a = 0,5W(n + 1) = 0,5 + 12(2,5 + 1) = 21 \text{ м.}$$

Оқтамдардың санын анықтаймыз:

$$N = \frac{L_a}{a} = \frac{525}{21} = 25 \text{ дана;} \quad (5.32)$$

мұндағы L_a – шұңқырдың ұзындығы, м.

Оқтамның жалпы салмағы:

$$Q_{\text{ііі}} = Q_a N = 26880 \cdot 25 = 67200 \text{ кг.}$$

Қосытуға арналған созылған оқтамдар. Жеке созылған оқтам үшін қопарылу көлемі W^2 тікелей пропорционал [17]. Онда оқтам сериялары үшін кертпешті қопару кезінде (5.8-сурет) қопарылған таужынысы көлемі (м^3):

$$V = aHW \quad (5.33)$$

формуласымен анықталады. $m = a/W$ екенін ескерсек:

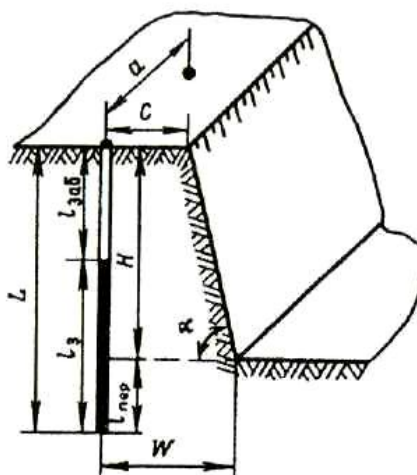
$$V = mW^2H. \quad (5.34)$$

мұндағы H – жарылатын массивтің биіктігі, м;

W – табаны бойынша кедергісі, м;

m – оқтамдардың жақындау коэффициенті;

a – оқтамдардың арақашықтығы, м.



5.8-сурет. Кертпеште орналасқан созылған оқтамның негізгі элементтері

Табан бойынша кедергінінің мөлшерін жалғыз оқтамдар үшін С.А. Давыдовтың:

$$W = 53k_{\text{д}}d \sqrt{\frac{\Delta k_{\text{аа}}}{\rho_i}}, \text{ м} \quad (5.35)$$

формуласымен анықтауға болады. Мұндағы k_T – таужынысының жарықшақтық коэффициенті ($k_T=1,0-1,2$);

d – оқтам диаметрі, м;

Δ – ұңғымадағы ЖЗ-тың тығыздығы, $\text{кг}/\text{см}^3$;

$k_{\text{вв}}$ – ЖЗ-тың салыстырмалы жұмыс істеуге қабілеттілігі, см^3 ;

ρ_n – таужынысының тығыздығы, $\text{г}/\text{см}^3$.

Аммонит бЖВ жеке оқтамының табан бойынша кедергісі 35–40 оқтам диаметрі шамасында болады.

Ең аз кедергі сызығының мөлшері, егер оқтамның ұзындығы диаметрінен 20–30 есе артық болмаса, онда таужыныстарының қопарылу радиусына тең болады. Ал оқтам ұзындығы мен диаметрінің қатынасы аз болғанда, қопарылыс радиусы төмендейді.

Созылған оқтамдарды, бір оқтаммен қопарылған таужынысының көлеміне байланысты анықтайды: $Q_1 = qV$. Есепті шамада оқтам ұңғыманы барынша толтыруы қажет. Тығын ұзындығы $0,75W$ болғанда, оқтам $Q_2 = p(L - 0,75W)$, мұнда L – ұңғыманың ұзындығы.

$Q_1 = Q_2$ деп қарастырсақ:

$$qmHW^2 + 0,75pW - pL = 0 \quad (5.36)$$

квадрат теңдеуі шығады.

Олай болса, бұрынғы «Союзвзрывпромның» белгілі формуласы шығады:

$$W = \frac{\sqrt{0,56p^2 + 4qpHL - 0,75p}}{2qH}. \quad (5.37)$$

Оны шамамен:

$$W = 0,9 \sqrt{\frac{p}{q}} \quad (5.38)$$

деп жазуға болады.

Ұңғымадағы оқтам массасы:

$$Q_2 = 10 \frac{\pi d^2}{4} \Delta \eta l = 7,85 d^2 \Delta \eta l. \quad (5.39)$$

түрімен анықталса, онда қысқа қарысу сызығын:

$$W = d \sqrt{\frac{7,85 \rho \Delta \eta}{qm}}; \quad (5.40)$$

формуласымен анықтауға болады. Мұндағы η – ұңғыманы ЖЗ-пен толтыру коэффициенті.

Созылған жазық лақтыру оқтамдарын есептеу. Лақтыруға арналған созылған оқтам салмағын анықтау үшін В.И. Гушиннің формуласын қолдануға болады (5.9-сурет).

Бір кума (погонный) метр шұңқырдың оқтамының салмағы:

$$C_B = q_i W^2 (n^2 + 0,4n - 0,4), \text{ кг.} \quad (5.41)$$

Созылған жазық оқтамның жалпы салмағы:

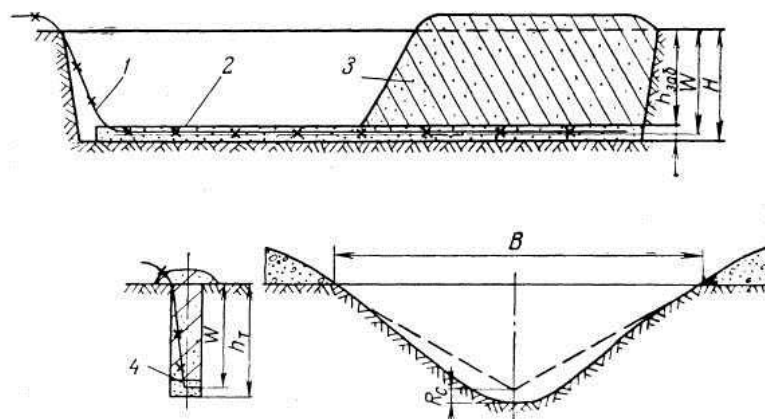
$$Q_y = q_i W^2 (n^2 + 0,4n - 0,4) k_{ca} l_c = \tilde{N}_B k_{ca} l_c, \text{ кг;} \quad (5.42)$$

мұндағы l_3 – оқтам ұзындығы, м;

k_{36} – тығын коэффициенті.

Оқтам штольнясы мен штректері үшін $k_{36}=1,0$; тығынсыз және сусыз траншеялар үшін $k_{36}=1,05 \div 1,20$. Тығыны топырақ, сулы траншеялар үшін $k_{36}=1,0 \div 1,1$. Төменгі мәндер бос (жұмсақ) таужыныстары, ал жоғарғы мәндер

бекем таужыныстары үшін [17].



5.9-сурет. Созылған жазық лақтыру оқтамының сұлбасы:

1-дүмпіткіш пілте; 2-созылған лақтыру оқтамы; 3-тығын; 4-оқтам траншеясы

$n > 2,5$ болғанда, шұңқырдың көрінетін тереңдігінің мөлшері:

$$H_B = W + \alpha_i \sqrt{\tilde{N}_A}, \text{ м}; \quad (5.43)$$

мұндағы C_B – 1 м шұңқырдағы созылған оқтам массасы, кг;

α_n – топырақтың сығылуының пропорционалдық коэффициенті.

Қатты емес топырақтарда $\alpha_n=0,3-0,4$; саз топырақтарда $\alpha_n=0,4-0,45$; торфтарда $\alpha_n=0,4-0,5$; жартылай қатты топырақтарда $\alpha_n=0,15-0,25$.

$n < 2,5$ болғанда, шұңқыр тереңдігін анықтау үшін (5.19) формуланы қолдануға болады.

Созылған жазық оқтамның диаметрі:

$$D_{ac} = \sqrt{\frac{4\tilde{N}_A}{\pi\Delta}}, \text{ м}; \quad (5.44)$$

мұндағы Δ – оқтам тығыздығы, кг/м^3 .

$n > 2,5$ болғанда, W мөлшері:

$$W = H_B - R_{\bar{n}\alpha}, \text{ м} \quad (5.45)$$

формуласымен анықталады. Мұндағы $R_{c\bar{n}\alpha}$ – жарылыс кезіндегі топырақтың сығылу радиусы, м.

$$R_{\bar{n}\alpha} = \alpha_i \sqrt{\tilde{N}_A}, \text{ м}. \quad (5.46)$$

$n < 2,5$ болғанда: $W = \frac{3H_B}{2n-1}, \text{ м}.$

2-мысал. Саз топырақта ұзындығы 400 м, тереңдігі 4 м, жоғарғы ені 16 м болатын каналды жасауға арналған созылған жазық оқтамның жалпы массасын анықтаймыз. Созылған оқтам сулы траншеяда орналасады және $k_{36}=1,05$. ЖЗ-тың меншікті шығыны $1,4 \text{ кг/м}^3$.

Шешімі. Созылған жазық лақтыру оқтамының орналасу сұлбасын құрастырамыз (5.9-сурет).

$W=H_B$ деп қабылдап, (5.31) формуламен n мәнін анықтаймыз:

$$n = \frac{B}{2W} = \frac{16}{2 \cdot 4} = 2.$$

n мен W мәндерінің дұрыстығын канал тереңдігін анықтау арқылы тексереміз:

$$H_B = 0,33W(2n - 1) = 0,33 \cdot 4(2 \cdot 2 - 1) = 4 \text{ м.}$$

n мен W анықталған мәндері қанағаттанарлық.

(5.41) формула арқылы 1 м каналға жұмсалатын оқтам массасын анықтаймыз:

$$C_B = q_t W^2 (n^2 + 0,4n - 0,4) = 1,4 \cdot 4^2 (2^2 + 0,4 \cdot 2 - 0,4) = 98,6 \text{ кг.}$$

(5.42) формула арқылы созылған жазық оқтамның жалпы салмағын анықтаймыз:

$$Q_y = \tilde{N}_B k_{\zeta \alpha} l_{\zeta} = 98,6 \cdot 1,05 \cdot 400 = 41412 \text{ кг.}$$

5.3. Жарылғыш зат оқтамы жарылысының сейсмикалық әсері

Сейсмикалық толқын дегеніміз – көрсеткіштерінің сипаты өзгермейтін қоршаған ортаның серпімді ауытқуы. Сейсмикалық тербелістің таралу аймағы 120–150 оқтам радиусі қашықтығынан басталып, оқтамның жалпы қуатымен анықталады [1, 2, 15].

Сейсмикалық тербелістің таралу аймағында көлемді (ұзына бойғы және көлденең) және үстіртін серпімді толқындар байқалады. Ұзына бойғы толқындар қоршаған ортаны қозғалысқа келтіреді. Сонымен қатар оның бөлшектерінің тербелу бағыты толқынның таралу бағытымен сәйкес келеді. Толқынның бұл түрі басқаларына қарағанда жылдам таралады.

Ұзына бойғы толқын жылдамдығының формуласы:

$$c_n = \sqrt{\frac{Eg(1-\nu)}{10\rho_n(1+\nu)(1-2\nu)}}, \text{ м/с;} \quad (5.47)$$

мұндағы E – серпімділік модулі, МПа;

g – ауырлық күшінің үдеуі, м/с²;

ρ_n – қоршаған ортаның тығыздығы, кг/м³;

ν – Пуассон коэффициенті.

Ұзына бойғы толқындардың таралу жылдамдығы граниттерде 5–6 км/с, әктастарда 2,5–4,5 км/с, құмдарда 0,6–2,6 км/с, суда 1,43 км/с, ауада 0,34 км/с құрайды.

Көлденең толқындар – қоршаған ортаны толқынның таралу бағытына перпендикуляр бағыттағы толқындар тудырады. Көлденең серпімді толқынның таралу жылдамдығының формуласы:

$$c_s = \sqrt{\frac{Eg}{20\rho_n(1+\nu)}}, \text{ м/с.} \quad (5.48)$$

Көлденең толқындардың таралу жылдамдығы, ұзына бойғы толқынға қарағанда аз болады.

Үстіртін пайда болатын толқындар ашық кеңістікпен таралады және олардың бірнеше түрі болады. Релей үстіртін толқынында қоршаған ортаның бөлшектері эллиптикалық орбита бойымен таралады. Бұл толқынның жылдамдығын:

$$c_R = 0,92c_s \quad (5.49)$$

деп анықтауға болады.

Сейсмикалық тербеліс, серпімді толқынға айналған бүкіл жарылыс қуатынан пайда болады. Бұл қуат әр түрдегі қалыптасқан толқындардың арасымен таралады. Олар әртүрлі жылдамдықпен таралып, жылдам жеке топтарға бөлінеді. Жарылыстың эпицентрінен алыстаған сайын жерүстінің тербелуі, бір түрдегі толқынның максималды тербелісінің әсерімен анықталады.

Тербеліс амплитудасы:

$$A = k_1 \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^y \quad (5.50)$$

формуласымен анықталады. Мұндағы Q – бір уақытта аттырылатын оқтамдардың массасы, кг;

R – оқтамнан өлшеу нүктесіне дейінгі арақашықтық, м;

k_1 – сынақ коэффициенті, толқынның түріне және таужынысының қасиетіне байланысты қабылданады.

7 км-ге дейінгі қашықтықта тербеліс уақыты:

$$T = k_2 \lg R \quad (5.51)$$

формуласымен анықталады.

Сулы топырақтарда $k_2=0,11-0,13$; қопсыған топырақтарда $k_2=0,06-0,09$; бекем таужыныстарында $k_2=0,01-0,03$ болып қабылданады.

Жарылыстың сейсмикалық әсерін бағалаудың барынша жалпы критерийі тербеліс жылдамдығы.

Топырақ қозғалысының жылдамдығын анықтау үшін академик М.А. Садовскийдің:

$$v = k_3 \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^y \quad (5.52)$$

формуласын қолдануға болады. Мұндағы k_3 – қоршаған ортаның қасиетіне байланысты қабылданатын коэффициент.

Егер топтағы оқтамдардың массасы шамамен бірдей болса, тербеліс жылдамдығын анықтау үшін:

$$v = \frac{k_3}{\sqrt{N}} \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^{1,5} \quad (5.53)$$

формуласын қолдануға болады. Мұндағы N – оқтам топтарының саны.

Жарылыс кезіндегі сейсмикалық тербеліс қарқындылығын анықтау үшін шкала жасалған (5.1-кесте).

Жарылғыш заттардың жинақталған оқтамы, бір рет атылғанынан пайда болатын топырақтың тербелісінен үйлер мен ғимараттардың орналасатын орнының қауіпсіз арақашықтығы:

$$r_c = K_c K_c \alpha \sqrt[3]{Q} \quad \text{м} \quad (5.54)$$

формуласымен анықталады. Мұндағы r_c – жарылыс жүргізілетін жерден,

күзетілетін ғимаратқа дейінгі

арақашықтық, м;

K_2 – күзетілетін ғимарат астындағы топырақтың қасиетіне байланысты алынатын коэффициент;

K_c – ғимараттың түріне, салыну сипатына байланысты қабылданатын коэффициент;

α – жарылыстың жағдайына байланысты қабылданатын коэффициент;

Q – оқтама массасы, кг.

5.1-кесте

Жарылыс кезіндегі тербеліс қарқындылығының шкаласы

Сілку сипаттамасы	Балы	Тербелу жылдамдығы, см/с
Тербеліс тек аспаптармен белгіленеді	1	0,1–0,2
Тербеліс кейбір жағдайларда тыныш кезде сезіледі	2	0,2–0,4
Тербеліс кейбір адамдарға және жарушыларға сезіледі	3	0,4–0,8
Тербеліс шынылардың қозғалысымен сезіледі	4	0,8–1,5
Үйлердің зақымдануы, сырлардың түсуі	5	1,5–3,0
Сылақтарда жіңішке жарықшақтардың пайда болуы	6	3–6
Сылақтардың құлап түсуі	7	6–12
Ғимараттардың жүк көтеру конструкцияларына жарықтардың түсуі	8	12–24
Ғимараттардың қирауы, қабырғаларда үлкен жарықтардың пайда болуы	9	24–48
Ғимараттардың толық қирауы	10–12	48

K_r коэффициентінің мәні

Тығыз, бұзылмаған скальды таужыныстары.....5

Қатты таужыныстарының терең емес жұмсақ қабаттары,

бұзылған скальды таужыныстары.....8

Тереңдігі 10 м асатын суланбаған құм және топырақтар.....12

Сұлы топырақты таужыныстары.....15

Жоғары дәрежелі суланған топырақты таужыныстары.....20

K_c коэффициентінің мәні

Өнеркәсіпті мақсатта салынған қабырғалары темірбетоннан

немесе металдан жасалған жеке үйлер мен ғимараттар.....1

Қабырғалары кірпіштен қаланған биіктігі үш-төрт қабаттан

аспайтын жеке үйлер.....1,5

Көлемі үлкен емес елді мекендер.....2

Үйлер мен ғимараттарға 100 м жақын жерде жарылыс жұмыстарын жүргізген кезде жарылыстың сейсмикалық әсері жергілікті сипатқа ие, сондықтан (4.16) формула арқылы анықталған оқтамның мүмкін болатын шектік массасы төмендетілген түрде болады.

α коэффициентінің мәні

<i>Камуфлетті және қосытуға арналған жарылыс.....</i>	<i>1</i>
<i>Лақтыруға арналған жарылыс.....</i>	<i>0,8</i>
<i>Жартылай тереңдетілген оқтамдар жарылысы.....</i>	<i>0,5</i>

Оқтамдарды суға немесе сулы таужыныстарға орналастырған кезде коэффициенттің мәнін 1,5-2 есе арттыру керек. Жер бетінде сыртқы оқтамдарды аттырған кезде, сейсмикалық әсер ескерілмейді [15, 17].

Жарылыс кезінде үйлер мен ғимараттардың сейсмикалық қауіпсіздігі дегеніміз – олардың функционалды мақсатының бұзылмауы және зақымданбауы (жеке үйлер мен ғимараттарда жеңіл зақымданулардың пайда болу ықтималдығы 0,1 шамасын құрайды).

Бір уақытта бірнеше топталған ЖЗ оқтамдарын аттырған кезде және күзетілетін нысаннан ең жақын және алыс орналасқан оқтамға дейінгі арақашықтық 20% аспайтын болса, қауіпсіз арақашықтық:

$$r_c = N^{\frac{1}{6}} K_e K_c \alpha \sqrt[3]{Q} \quad (5.55)$$

формуласымен анықталады (м).

Арақашықтықтарда үлкен өзгешелік болған кезде күзетілетін нысан сейсмикалық қауіпті аймақтан тыс жерде орналасады, бірақ мына жағдай орындалса:

$$(K_e K_c \alpha)^3 \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{r_i^3} \leq 1; \quad (5.56)$$

мұндағы N – ЖЗ оқтамдарының саны;

q_i – жеке ЖЗ оқтамының массасы, кг;

r_i – жеке ЖЗ оқтамынан күзетілетін нысанға дейінгі арақашықтық, м.

N оқтамдар бір уақытта атылмаған және жарылыстың арасы 20 мс кем болмаған жағдайда, қауіпсіз арақашықтық (м):

$$r_c = \frac{K_e K_c \alpha}{N^{\frac{1}{4}}} \cdot Q^{\frac{1}{3}}. \quad (5.57)$$

N және Q анықтаған кезде, аттырылатын топтың максимальды оқтамының массасынан 3 есе аз оқтамдарды ескермеуге болады.

Ең шеткі оқтам массасынан күзетілетін нысанға дейінгі арақашықтықтың өзгешелігі 20% асатын жағдайда, нысан сейсмикалық қауіпті аймақтан тыс жерде орналасады, бірақ мына жағдай орындалса:

$$\left(\frac{K_e K_c \alpha}{N^{\frac{1}{4}}} \right)^3 \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{r_i^3} \leq 1. \quad (5.58)$$

Ғимараттарда бұзылыстар байқалған кезде, анықталған қауіпсіз арақашықтықтар мәні еселенуі керек. Жоғарыда келтірілген қауіпсіз арақашықтықтарды анықтау әдістерін, бірегей сипаттағы үйлер мен ғимараттар (атом электрлі станцияларының ғимараттары, биік үйлер,

қоғамдық үйлер, т.б.) үшін қолдануға болмайды.

Жарылыс орнынан қорғалатын нысанға дейінгі арақашықтық белгілі болғанда, шоғырланған оқтамның мүмкін болатын массасы:

$$Q = \frac{r_c^3}{K_a^3 \alpha^3}, \text{ кг} \quad (5.59)$$

формуласымен анықталады.

Бір топ жарылғыш зат оқтамның қысқа кідіртіп аттырғанда, мүмкін болатын оқтам салмағын:

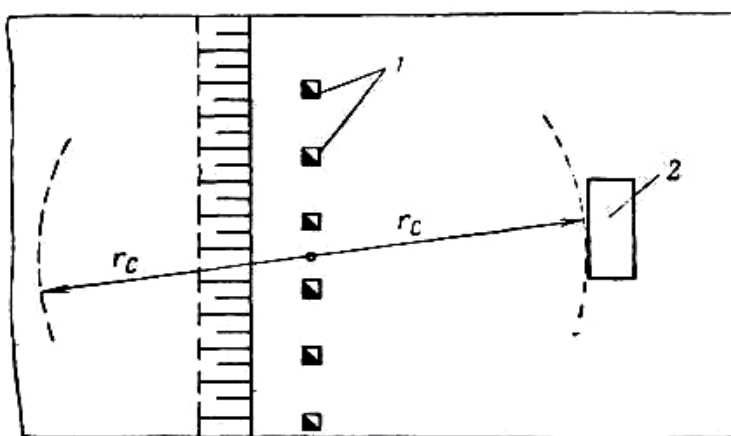
$$Q_{\text{еқа}} = \frac{2}{3} Q_i z, \text{ кг} \quad (5.60)$$

формуласымен анықтауға болады. Мұндағы Q_m – лезде аттыру кезіндегі оқтамның мүмкін болатын шектік массасы, кг;

z – желіні аттырған кездегі кідіру топтарының саны.

Мысал. Тығыз гранит таужынысын аттыру үшін салмағы 4 т камералық қопсыту оқтамы қолданылады. Егер бірдей уақытта, кірпіштен салынған 3 қабат ғимарат іргетасына параллель бір қатарда орналасқан 12 камералық оқтам аттырылатын болса, жарылыс болатын карьер жиегінен ғимаратқа дейінгі сейсмикалық қауіпсіз арақашықтықты анықтаймыз [17].

Шешімі. Камералық оқтамдардың және ғимараттың орналасу сұлбасын құрастырамыз (5.10-сурет).



5.10-сурет. Оқтам мен нысанның орналасу схемасы:
1-ЖЗ оқтамы; 2-нысан

Камералық оқтамның жалпы массасын анықтаймыз:

$$Q_{\text{е.а}} = N Q_k = 12 \cdot 4 = 48 \text{ т.}$$

Осы жағдай үшін коэффициенттердің мәнін анықтаймыз: $K_r=5$; $K_c=1,5$; $\alpha=1$.

(5.54) формуланы қолданып, жарылыс болатын жерден ғимаратқа дейінгі қауіпсіз арақашықтықты анықтаймыз:

$$r_c = \hat{E}_a \hat{E}_n \alpha \sqrt[3]{Q} = 5 \cdot 1,5 \cdot 1 \sqrt[3]{48000} = 272,9 \text{ м.}$$

5.4. Қоршаған ортаға жарылыстың ауалы соққы толқынының әсері

Ауалы соққы толқыны дегеніміз – дыбыс жылдамдығынан жоғары ауа арқылы жүретін өзгермелі соққы. Жарылыстың кеңейткіш өнімдері ауаны қысады және қысылған ауа тек белгіленген көлемде болады.

Ауалы соққы толқыны бастапқы алынған кинетикалық энергияның әсерінен қозғалады. Толқын майданындағы қысым жоғарылаған сайын, қысым артады. Ауалы соққы толқыны бастапқы нүктесінен алыстаған сайын, көлемінің өсуіне байланысты жылдамдығын төмендетеді [1, 15].

Ауалы соққы толқынының әсерін сипаттайтын негізгі параметрлер:

Ауалы соққы толқыны майданындағы артық қысым (Па):

$$\Delta p = \frac{2\rho_0 v_y^2}{g(1+v)} \left(1 - \frac{c_0^2}{v_y^2} \right); \quad (5.61)$$

немесе

$$\Delta p = \frac{7}{6} \rho_0 \left(\frac{v_y^2}{c_0^2} - 1 \right); \quad (5.62)$$

Ауалы соққы толқыны майданының қозғалу жылдамдығы (м/с):

$$v_y = \left[\Delta p \left(\frac{1}{\rho_0} - \frac{1}{\rho} \right) g \right]^{\frac{1}{2}}; \quad (5.63)$$

Сығылған ауа қабатының қозғалу жылдамдығы:

$$u = \frac{2}{1+v} v_y \left(1 - \frac{c_0^2}{v_y^2} \right); \quad (5.64)$$

Ауалы соққы толқыны майданындағы температура:

$$T_\phi = 288 \frac{(100 + \Delta p)(720 + \Delta p)}{6\Delta p + 720}; \quad (5.65)$$

мұндағы ρ_0 , p_0 , c_0 – сығымдалмаған ауаның сәйкес тығыздығының (г/см³), қысымының (Па) және дыбыс жылдамдығының (м/с) мәндері:

ρ – ауалы соққы толқыны майданындағы ауаның тығыздығы, кг/м³;

v – адиабат көрсеткіші.

Қалыпты жағдайларда, ауалы соққы толқынының қарқындылығы көптеген факторларға байланысты: ЖЗ түріне, оқтам құрылымына, оқтамды қоздыру әдісіне, таужыныстарының қасиетіне, т.б. Жерасты қазбаларында жарылыс жұмыстарын жүргізгенде, сонымен қатар толқын жолындағы түйіндер санына, бұрылыстарына қазбаның кеңеюі мен тарылуына байланысты болады.

Ауа арқылы берілетін соққы толқынының күші және негізгі сипаттамалары, бір уақытта қолданылатын ЖЗ-тың жалпы мөлшеріне байланысты. Жер бетінде жару жұмыстарын жүргізгенде, үйлер мен ғимараттар үшін ауалы соққы толқыны әсері бойынша қауіпсіз арақашықтық:

$$r_g = K_g \sqrt[3]{Q}; \quad (5.66)$$

$$r_e = k_e \sqrt{Q}; \quad (5.67)$$

формуласымен анықталады. Мұндағы r_e – қауіпсіз арақашықтық, м;

Q – ЖЗ оқтамының массасы, кг;

K_e, k_e – пропорционалдық коэффициенттер, олардың мәндері оқтам массасы мен орналасу жағдайына және үйлер немесе ғимараттарға келтіретін зақымның дәрежесіне байланысты қабылданады (5.2-кесте).

(5.66) және (5.67) формулаларды ЖЗ дайындайтын, сақтайтын, тиеу-түсіру жұмыстарын жүргізетін, сыртқы және лақтыру оқтамдарының жарылатын жерінен үйлерге дейінгі қауіпсіз арақашықтықты анықтау үшін қолдану керек.

5.2-кесте

Жарылыс кезінде ауа арқылы берілетін соққы толқыны бойынша қауіпсіз арақашықтықтарды анықтайтын K_B және k_B коэффициенттерінің мәндері

Зақымдану дәрежесі	Мүмкін болатын зақымданулар	Ашық оқтам			Тереңге орналасқан оқтам			n=3
		Q, т	k_B	K_B	Q, т	k_B	K_B	k_B
1	Зақымдану болмаған жағдай	< 10 > 10	50-150 -	- 400	< 20 > 20	20-50 -	- 200	3-10 -
2	Кездейсоқ зақымданулар, шынылардың шытынауы	< 10 > 10	10-30 -	- 60-100	< 20 > 20	5-12 -	- 50	- 1-2
3	Шынылардың толық қирауы. Жақтаулардың, есіктердің кейбір бөлшектерінің зақымдануы, сылақтардың бұзылуы, ішкі бөлме қабырғаларының зақымдануы	< 10 > 10	5-8 -	- 30-50	- -	- 2-4	- -	- 0,5-1
4	Ішкі бөлме қабырғаларының, есіктердің, басқа да заттардың қопарылуы	-	2-4	-	-	1-2	-	Ұра шегінде қопарылуы
5	Тұрақсыз кірпіш пен ағаш ғимараттардың бұзылуы, теміржол құрамдарының төңкерілуі	-	1,5-2	-	-	0,5-1	-	-

(5.66) формуланы мүмкін болатын зақымданудың бірінші-үшінші дәрежесінде массасы 10 т кем ашық оқтамдар үшін және массасы 20 т кем тереңге орналастырылған оқтамдар үшін мүмкін болатын зақымданудың бірінші-екінші дәрежесі және лақтыруға арналған оқтамдар кезінде қолдану керек. (5.67) формула мүмкін болатын зақымданудың бірінші-үшінші

дәрежесінде массасы 10 т асатын ашық оқтамдар үшін және массасы 20 т асатын тереңге орналастырылған оқтамдар үшін мүмкін болатын зақымданудың бірінші-екінші дәрежесі кезінде қолданылуы керек. Сонымен қатар (5.67) формуланы мүмкін болатын зақымданудың төртінші бесінші дәрежесінде оқтам массасы мен орналасуына тәуелсіз қолдана беруге болады.

5.2-кестенің мәндерін қабылдаған кезде мына тәртіпті ұстанған жөн:

- зақымдану дәрежесі мен коэффициенттің мәнін таңдаған кезде сол жердің жағдайының бүкіл жиынтығы ескерілуі керек. Сонымен қоса, күрделі жағдайларда, қауіпсіздік дәрежесін таңдаған кезде кәсіпорынның жару жұмыстарын жүргізетін топтың жетекшісі, соған байланысты органдар мен өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетінің қызметкерлері қатысуы керек;

- жарылғыш материалдарды сақтайтын қойманың орналасатын жерін таңдағанда, зақымдану дәрежесі мен коэффициенттердің мәні – қойма аймағында орналасатын нысандардың мақсатына байланысты белгіленуі тиіс.

Жалпы жағдайларда, ЖЗ сақтайтын қоймалар мен сол сияқты нысандардан – елді мекендерден, көлік немесе теміржол магистральдарынан, ірі су жолдарынан, жарылғыш материалдарды дайындайтын зауыттардан және мемлекеттік мәні бар ғимараттардан қауіпсіз арақашықтықты есептеген кезде, зақымданудың үшінші дәрежесі қабылданады [1, 15, 27].

Жеке орналасқан үйлер мен басқа да екінші дәрежелі ғимараттар, қозғалысы көп емес көлік және теміржолдары, ерекше мықты ғимараттар (болат және темірбетон көпірлері, коперлары, элеваторлар, т.б.) және биік жағаларда орналасқан нысандар үшін қауіпсіз арақашықтықты анықтау үшін төртінші дәрежелі зақымдануды қабылдау керек;

- электрөткізгіш желілеріне дейінгі арақашықтықтарды анықтағанда, кесектердің ұшу радиусінің мәніне байланысты қабылдаған жөн. Себебі, электр желілері ауалы соққы толқынына тұрақты ғимарат болып есептеледі;

- бірінші және екінші зақымдану дәрежесі кезіндегі опырылған қоймалар, сыртқы оқтам ретінде қарастырылады. Есептеу кезінде зақымдану дәрежесі екіден жоғары опырылған қоймаларды, тереңге орналастырылған оқтамға теңестіріп қабылдауға болады;

- *5.2-кестедегі* коэффициенттер қайталанып отырады. Сондықтан, оларды ғимараттың күйіне байланысты таңдау керек. Яғни, ғимарат қаншама мықты болған сайын, коэффициенттің аз мәнін қабылдап отыру керек;

- қауіпсіз арақашықтықты есептеу кезінде ЖЗ қасиеті ескерілмейді.

Егер қарастырылып отырған нысан ауа арқылы берілетін соққы толқынының жолында орналасқан қорғанның (қалың орманның шетінде немесе таудың етегінде) сырт жағында орналасса, келтірілген формулалар арқылы анықталған қауіпсіз арақашықтықтың мәндерін кемітуге болады, бірақ ол 2 еседен аспауы керек.

Жарылысты тар жазықтықтарда (үңгірлер) немесе үйлердің арасындағы көшелерде жүргізген кезде қауіпсіз арақашықтықтың мәнін екі есеге арттыру керек. Жарылыс болатын жерде $1,5\sqrt{Q}$ радиусінде қабырға түріндегі мықты қорғандар болса, оған қарама-қарсы бағытта қауіпсіз арақашықтықтың мәндері келесі тәртіпте артуы керек: (5.66) формула

бойынша – 1,3 есе, (5.67) формула бойынша 1,4 есе.

Ауалы соққы толқынының зақымдау дәрежесін төмендету үшін мына тәсілдер қолданылуы мүмкін:

- сыртқы оқтамды топырақ қабатымен көму. Мұндай жағдайда көмілетін топырақ қабатының биіктігіне байланысты, соққы толқынының күші 4 есеге дейін төмендеуі мүмкін;

- терезелерді ашып, оны сол жағдайда бекіту, терезелерді мықты қалқандармен жабу;

- құммен толтырылған қаптармен қорған жасау.

Сыртқы және ұңғымалық оқтамдарды бір уақытта аттырғанда, ауалы соққы толқынының әсері бойынша қауіпсіз арақашықтық VI-VIII тобындағы таужыныстарды аттырған кездегі СНиП бойынша:

$$5000 > Q_3 \geq 1000 \text{ кг болғанда } r_6 = 200\sqrt[3]{Q_3} \text{ м}; \quad (5.68)$$

$$2 \leq Q_3 < 1000 \text{ кг болғанда } r_6 = 65\sqrt{Q_3} \text{ м}; \quad (5.69)$$

$$Q_3 < 2 \text{ кг болғанда } r_6 = 63\sqrt[3]{Q_3^2} \text{ м} \quad (5.70)$$

формулаларымен анықталады. Мұндағы Q_3 – оқтамның эквивалентті массасы, кг.

Оқтамның эквивалентті массасын былай анықтайды:

- бір уақытта атылатын сыртқы оқтамдар үшін ($h_{заб}$ оқтам биіктігі және $h_{заб}$ көмілетін топырақ қабаты) $Q_3 = K_n Q$, мұндағы Q – оқтамның жалпы массасы, кг; K_n – $h_{заб} / h_{зар}$ қатынасына байланысты қабылданатын коэффициент. Оның мәнін мына кестеден аңғаруға болады.

$h_{заб} / h_{зар}$	0	1	2	3	4
K_n	1	0,5	0,3	0,1	0,03

- N санды ұңғымалық (ұзындығы өзінің 12 диаметрінен кіші болғанда) оқтамдар үшін $Q_3 = P l_{зар} K_3 N$, мұндағы P – 1 м ұңғымаға жарылғыш заттың сыйымдылығы, кг; $l_{зар}$ – оқтам ұзындығы, м; K_3 – оқтам ұзындығының ұңғыма диаметріне қатынасы арқылы қабылданатын коэффициент.

$L_{заб} / d$	0	5	10	15	20
K_3	1	0,15	0,02	0,003	0,002

- N санды ұңғымалық (ұзындығы өзінің 12 диаметрінен үлкен болғанда) оқтамдар үшін $Q_3 = 12 P d K_3 N$.

Егер оқтам дүмпіткіш пілтемен атылатын болса, онда дүмпіткіш пілтенің массасын ЖЗ массасына кіргізу керек. Сәл кідіріп аттыру кезінде кідіру аралығы 50 мс және одан көп болса, қауіпсіз арақашықтық (5.68) – (5.70) формулалар арқылы анықталады. Кідіру уақыты 30-50 мс болғанда, 1,2 есе, 30 мс дейін 1,5 есе ал 10-20 мс болғанда, 2 есе артық алу керек.

Егер жарылыс жұмыстары ауа температурасының төмен мәнінде орындалса, қауіпсіз арақашықтық (5.68) – (5.70) формулалар арқылы анықталып, олардың мәні 1,5 есе артық алынуы керек.

Сыртқы оқтам жарылысынан пайда болатын ауалы соққы толқынының адамға әсері бойынша қауіпсіз арақашықтық:

$$r_{\min} = 15\sqrt[3]{Q} \quad (5.71)$$

формуласымен анықталады. Мұндағы Q – аттырылатын сыртқы оқтам массасы, кг.

(5.71) формуланы егер жұмыс жағдайы бойынша жұмысшылар аттыратын жерге жақын болуы тиіс жағдайларда қолдануға болады. Қалған жағдайларда сол формула арқылы анықталған мәнді 2-3 есе артық алу керек.

(5.66) және (5.67) формулаларына сәйкес мүмкін болатын оқтам массалары:

$$Q_{a1} = \frac{r_a^3}{\hat{E}_a^3}, \text{ кг}; \quad (5.72)$$

$$Q_{a2} = \frac{r_a^2}{k_a^2}, \text{ кг} \quad (5.73)$$

формулаларымен анықталады.

Жарылыс кезінде кесектердің ұшуына байланысты қауіпсіз арақашықтық қопсыту оқтамдары үшін келесі жолмен анықталады. Қысқа қарысу сызығының мәндерінің арасынан максималды мәні W_{\max} таңдап алынады. Соған байланысты шартты W_y мәні анықталады:

$$W_y = \frac{5}{7} W_{\max}, \text{ м}. \quad (5.74)$$

Анықталған шартты қысқа қарысу сызығы бойынша анықтама әдебиеттерден қауіпсіз арақашықтық таңдап алынады.

Оқтамдардың бір-біріне дүмпу беруінің қауіпсіз арақашықтығы:

$$r_a = \hat{E}_a \sqrt[3]{Q} \cdot \sqrt[4]{B_y} \quad (5.75)$$

формуласымен анықталады. Мұндағы K_d – дүмпу коэффициенті, ЖЗ түріне және оқтамның орналасу жағдайына байланысты қабылданады: $K_d=0,15-1,5$;

Q – аттырылатын оқтам массасы, кг;

B_y – оқтамның ең аз сызықты өлшемі, м.

Мысал. Салмағы 16 кг сыртқы оқтам жарылысынан ауалы соққы толқынының адамға әсер етуі бойынша қауіпсіз арақашықтықты анықтаймыз.

Шешімі. (5.71) формуланы пайдаланып ауалы соққы толқынының адамға әсер етуінің минимальды қауіпсіз арақашықтығын анықтаймыз:

$$r_{\min} = 15\sqrt[3]{Q} = 15\sqrt[3]{16} = 38 \text{ м}.$$

Жарылыс кезіндегі өнеркәсіп қауіпсіздігінің талаптарына сәйкес сыртқы оқтам жарылысы кезіндегі адамға әсер ететін ең аз қауіпсіз арақашықтық 300 м кем болмауы тиіс. Сондықтан $r_{\min}=300$ м деп қабылдаймыз.

Бақылау сұрақтары

1. Орналасу орны және пішіні бойынша жарылғыш зат оқтамдары

қандай түрлерге бөлінеді?

2. Құрылымы және әсер ету сипаты бойынша жарылғыш зат оқтамдары қандай түрлерге бөлінеді?

3. Бірнеше оқтамдарды бір уақытта аттырған кездегі таужыныстарының қопарылу процесін қалай сипаттауға болады?

4. Оқтамдарды қысқа кідіртіп аттырған кездегі таужыныстарының қопарылу процесін қалай анықтауға болады?

5. Қопсытуға арналған шоғырланған және созылған оқтамдардың параметрлері қалай анықталады?

6. Шоғырланған және созылған лақтыру оқтамдарының параметрлері қалай анықталады?

7. Жарылғыш зат оқтамы жарылысының сейсмикалық әсері қалай сипатталады?

8. Ғимараттарға әсер ететін жарылыстың қауіпсіз сейсмикалық арақашықтығы қалай анықталады?

9. Қоршаған ортаға жарылыстың ауалы соққы толқынының әсерін қалай сипаттауға болады?

10. Жарылыстан болатын ауалы соққы толқынының қауіпсіз арақашықтығын қалай анықтайды?

6. ЖЕРАСТЫ ЖАҒДАЙЫНДА ЖАРЫЛЫС ЖҰМЫСТАРЫН ОРЫНДАУ

6.1. Жалпы мәліметтер

Тау-кен өндірісінде жару жұмыстарының негізгі үш: 1) *шпурлық оқтам әдісі*; 2) *ұңғымалық* (скважиналық) *оқтам әдісі*; 3) *камералық оқтам әдісі* қолданылады.

Шпурлық оқтам әдісі – тау-кен қазбаларын қазғанда, қалыңдығы шағын (10 м-ден аспайтын) кендерді қопарып алуға қолданылады. Шпурлық оқтам әдісінің артықшылығы мыналар: таужыныстары жақсы ұсақталады; әртүрлі жағдайда (өте тар жерлерде де) қолдануға болады; жеңіл бұрғылау машиналары пайдаланылады. Бұл әдістің кемшілігі мыналар: бұрғылау және аттыру жұмыстарының мөлшері көбірек; перфоратормен бұрғылағанда шаң көп бөлінеді [1, 3, 4].

Шпур дегеніміз – цилиндр тәрізді ұзындығы 5 м аспайтын, диаметрі 75 мм артық емес тау массивін қопару үшін массивтің ішіне ЖЗ орналастыруға арналып жасалатын қуыс.

Ұңғымалық оқтам әдісі көлемді (қалыңдығы 6-8 м артық) кендерді қопарып алуға қолданылады. Ұңғымалардың ұзындығы 5 м жоғары, ал диаметрі 38–200 мм аралығында болады. Құрылымы мен мақсаты жағынан шпурға ұқсас. Бұл әдістің негізгі артықшылықтары:

- еңбек өнімінің жоғарылығы. Бұрғылаушының ауысымдық еңбек өнімі 150-200 т дейін жетеді. Мұнымен қатар жалпы жұмыс қарқыны өседі.

- ұңғыманың 1 м ұзындығына байланысты кен шығымы (қопарылған кен) шпурға қарағанда, әлдеқайда көп және мұнымен байланысты бұрғылау жұмысының көлемі аз.

- бұрғылау жұмысы қауіпсіз. Өйткені, бұрғылау кезінде жұмыскерлер арнаулы «бұрғылау камераларында» болады. Сонымен қатар, жұмыскерлердің санитарлық және гигиеналық жағдайлары да жақсарды. Өйткені, ұңғыма бұрғылағанда шаң да аз болады.

- жару жұмысын ауысым сайын жүргізу міндетті емес.

Ұңғымалық оқтам әдісінің кемшіліктері мыналар: ауыр және көлемді бұрғылау машиналарын қолданудың қажеттігі; бұрғылау жұмысының әжептәуір қиыншылығы; атылыстың сейсмикалық әсерінің күшеюі.

Камералық оқтам әдісі – тау өндірісінде тек өте көлемді және өте қатты кендерді бұзуға ғана қолданылады. Бұл әдіс көбінесе жер астындағы кенді қопаруға, кентіректерді бұзуға және қуыстарды жою үшін пайдаланылады. Камера дегеніміз – кен массивіне ЖЗ орналастыруға жасалған тереңдігі аз, бірақ көлемі үлкен қуыс.

Камералық оқтам әдісінің артықшылығы мыналар: өте қатты кенді қопарудағы еңбек өнімінің жоғарылығы; өте көп таужыныстарын бір мезгілде қопаруға болатындығы.

6.2. Жерасты жазық тау-кен қазбаларын өту кезіндегі жарылыс жұмыстары

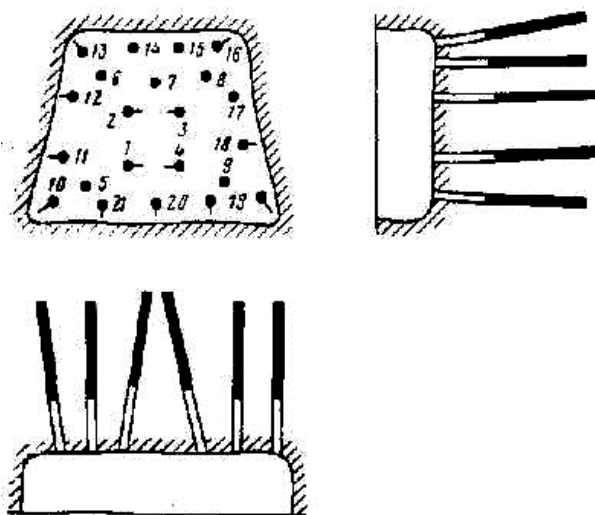
Жерасты қазбаларын бекемдігі жоғары таужыныстарында қазғанда міндетті түрде жару жұмыстары қолданылады. Қазбаларды жерасты әдісімен қазғанда: шпурларды (үңғымаларды) бұрғылау; ЖЗ оқтау және аттыру; қазбаны желдету; қопарылған таужыныстарын тазарту; қазбаны бекіту операциялары орындалады [1, 3, 5, 8].

Жарылыс параметрлерін дұрыс таңдау, қазбаны өтудің басқа да көрсеткіштеріне тікелей әсер етеді. Қазбаның забойын қопару – бұрғылау-аттыру жұмыстарының (БАЖ) паспортына сәйкес орындалады. БАЖ паспортында таужыныстарының қасиеті, шпурлардың саны, диаметрі және тереңдігі, үңгі түрі, ЖЗ түрі, оқтам мөлшері, жару сұлбасы мен жарылыс нәтижесі көрсетіледі.

Қазбаларды қазған кезде тек бір ашық кеңістік – забой болады. Забойға шпурларды перпендикуляр және көлбей бұрғылап аттырады. Сонымен қатар шпурлар жарылысында:

- шпурлардың қопару тиімділігін жоғарылату үшін бірінші забойда бір топ шпурды аттыру арқылы үңгіме жасау;
- таужыныстарын талап етілетін өлшемде қопару;
- БАЖ паспортында белгіленген қазба тиімділігін шығару талаптары орындалуы керек.

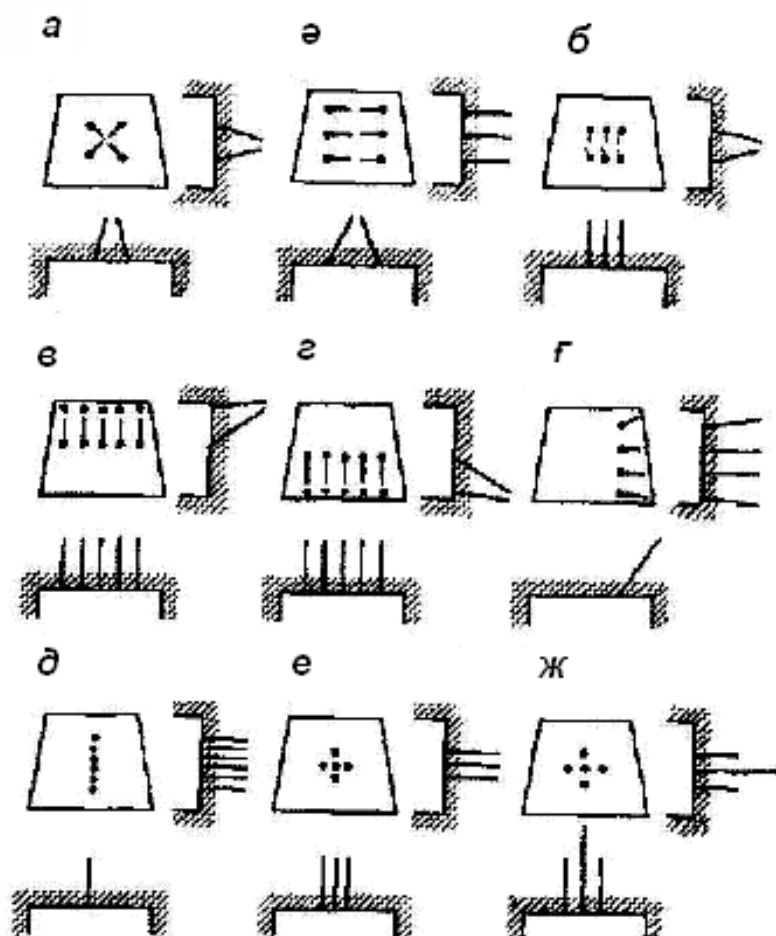
Белгіленген жарылыс нәтижесін алу үшін шпурлар үш топқа бөлініп аттырылады: үңгіме (бірінші кезекте атылатын шпурлар); қопарғыш (көмекші) (екінші кезекте атылады) және жиектеуші шпурлары (ең соңында атылады) (6.1-сурет).



6.1-сурет. Қазбаларды қазған кездегі шпурлардың забойда орналасу сұлбасы:
1–4-үңгіме шпурлары; 5–9-қопару шпурлары; 10–21-жиектеуші шпурлар

Үңгіме шпурларының атылысынан забойда үңгір пайда болады. Ол мына кезекте атылатын шпурлардың таужыныстарын тиімді қопаруына үлкен

үлес қосады. Үңгіме шпурларын әдетте, забой ортасына қалған шпурлардан 0,2–0,3 м тереңірек бұрғылайды. Олардың бағыты – жазық немес қазба ортасына қарай қиғаштанған болуы мүмкін (6.2-сурет). Үңгіме бағыттарын қолданылу аймағы 6.1-кестеде келтірілген [1, 3].



6.2-сурет. Үңгіме шпурларының забойда орналасу сұлбалары:

а – пирамидалы; ә – тік сыналы; б – жазық сыналы; в – төменгі біржақты; г – жоғарғы біржақты; д – бүйірлік біржақты; е – тік қуысты (оқталмайтын шпур); ж – қадамды

Бұзу (қопару) шпурлары, үңгіме шпурларынан кейін атылады, яғни үңгіме шпурларының жарылысы нәтижесінде забой ортасында үңгір пайда болып, бұзу шпурларының қопарғыштық көрсеткішін арттырады. Забойдағы кен массасының үлкен бөлігі бұзу шпурларының жарылысынан қопарылады.

Жиектеуші шпурлар ең соңынан жарылатын шпурлар. Мұның қызметі қазбаның жобалық қимасын жасау. Жиектеуші шпурларды әдетте, қазбаның сыртына қарай қиғаш бұрғылайды. Шпурлардың жарылысынан, толық тереңдікке дейін таужыныстары қопарылмай қалуы мүмкін. Мұны шпурды пайдалану коэффициенті (ШПК) білдіреді. ШПК – дегеніміз жарылыстан кейін забойдың алға қарай жылжу ұзындығының шпур тереңдігіне қатынасы. Егер жарылыс кезінде $ШПК < 0,65 \div 0,8$ болса, онда жарылыстың көрсеткіші қанағаттанарсыз, $ШПК = 0,8 \div 0,9$ болса, орташа, ал $ШПК > 0,9$ болса, онда жарылыс дәрежесі жақсы деп танылады. ШПК-нің мәні үңгір кеңістігінің

өлшемдеріне тікелей байланысты. Сондықтан шпурларды забойға орналастырған кезде үңгіме шпурларына үлкен мән беру керек.

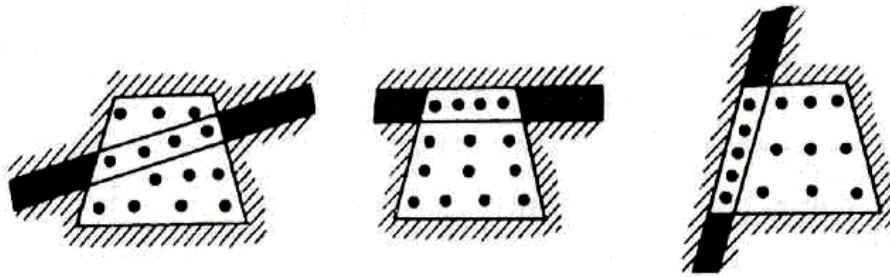
6.1-кесте

Әртүрлі үңгімелердің қолданылу аймағы

Үңгіменің түрі мен сұлбасы	Үңгіме шпурларының орналасуы	Қолданылу аймағы
Пирамидалы (6.2а-сурет)	Шпурлар забойдың ортасында пирамида пішінде орналасады	Бір түрдегі монолитті немесе әртүрлі бекемдіктегі күрт құлама қабатты таужыныстарында (квершлагтар, далалық штректер, өрлемелер, оқпандар)
Тік сыналы (6.2ә-сурет)	Шпурлар тік сыналы түрде забойдың ортасында орналасады	Жарықшақтары тік орналасқан бір түрдегі таужыныстарында (биіктігі үлкен емес қазбаларда)
Жазық сыналы (6.2б-сурет)	Шпурлар забойдың ортасында жазық сына түрінде орналасады	Жарықшақтары жазық орналасқан бір түрдегі таужыныстарында (ені үлкен емес қазбаларда)
Төменгі біржақты (6.2в-сурет)	Шпурлар қазбаның жоғарғы жағында біржақты жазық сына түрінде орналасады	Жарықшақтары құлама түрінде орналасқан қабатталған таужыныстарында
Жоғарғы біржақты (6.2г-сурет)	Шпурлар қазбаның табан бөлігінде біржақты жазық сына түрінде орналасады	Жарықшақтары құлама түрінде орналасқан қабатталған таужыныстарында
Бүйірлік біржақты (6.2д-сурет)	Шпурлар қазбаның бір бүйірінде тік біржақты сына түрінде орналасады	Қабатталған күрт құлама таужыныстарында, қазбаны таужынысымен жанаса қазғанда
Тік қуысты (6.2е-сурет)	Шпурлар бір-біріне параллель, забой жазықтығына перпендикуляр орналасады, біреуден кейін оқталады	Бекем және орташа бекемдіктегі монолитті таужыныстарында, қазбаның қимасы үлкен емес болғанда
Призмалы (6.2е-сурет)	Шпурлар әртүрлі сұлбамен параллель орналасады, олардың біреуі немесе бірнешеуі оқталмайды	Бекем монолитті таужыныстарында
Қадамды (6.2ж-сурет)	Бір шпур басқаларына қарағанда екі есе терең бұрғыланады және толық оқталып аттырылады	Тығыздалуға бейім, бекем таужыныстарында

Қазбаларды әртүрлі таужыныстарында, көмір немесе кен қабаттарында өткенде, бірінші көмірді немесе кенді веерлі үңгімелермен қопарады. Соның арқасында қосымша кеңістік пайда болады, ал пайдалы қазбаны тазартып алғаннан кейін таужынысын параллельді шпурлармен қопарады (6.3-сурет).

Жиектеуші шпурларды қазбаның жобалық жиегінен 15-20 см ішке, қазбаның бүйіріне қарай 85–87° қиғаш бұрғылайды. Шпурдың таужынысының ішіндегі ұшы қазба қимасының жиегінен сыртқа шықпауы қажет.



6.3-сурет. Біртекті емес таужыныстарында шпурларды орналастыру сұлбасы

6.2.1. Жазық қазбаны өту кезіндегі жарылыс жұмыстарының негізгі параметрлерін есептеу

Жазық тау-кен қазбаларын қазғанда олар қиып өтетін таужыныстарының физика-механикалық қасиеттеріне байланысты, оның ішінде таужыныстарының бекемдігі шешуші рөл ойнайды. Тау-кен қазбаларын сапалы және экономикалық тұрғыдан тиімді қазу бұрғылап-аттыру жұмыстарының өнімділігі мен сапасына байланысты болады. Тау-кен қазбаларын бұрғылап-аттыру әдісімен қазғанда әртүрлі технологиялық үлгілер мен жабдықтар қолданылады [1, 5, 8].

Ең көп тараған технологиялық үрдістердің құрамына, кезегімен орындалатын: шпурларды бұрғылау, шпурларды оқтау және оқтамдарды аттыру және басқа жұмыстар кіреді. Таужыныстарын бұзу (бұрғылап-аттыру жұмыстары), тиеу мен тасу және бекітпелерді орнату – негізгі технологиялық үрдістер болып табылады. Қазба өту кезіндегі орындалатын басқа жұмыстар – көмекші технологиялық жұмыстар.

Қазбаларды бұрғылап-аттыру әдісімен орындау технологиясы бірнеше дербес технологиялық операциялардың жиынтығы және оларды орындауға әртүрлі механизмдер мен жабдықтар және әрқилы жұмыс әдістері қолданылады.

Бұрғылап-аттыру жұмыстарына мынадай негізгі талаптар қойылады:

- жарылыс салдарынан таужыныстары қазба қимасының жоспарлы көлемінде белгіленген жиектерден аспай немесе одан аз болмай және шпурлардың толық тереңдігінде бұзылуы керек;
- жарылыс салдарынан таужыныстары, ірі кесектерсіз, біркелкі уатылуы керек;
- жарылыс салдарынан таужыныстары қазба ішіне көп шашырамай шоғырланып забой маңайына опырылып түсуі керек, бұл жағдайда таужыныстарын жеңіл әрі жоғарғы өнімділікпен тиеуге мүмкіндік туады;
- бұрғылап-аттыру жұмыстарының барлық операцияларын мейлінше толық механикаландыруға мүмкіндік болуы керек.

Бұрғылап-аттыру жұмыстарының әсерлілігі және техника-экономикалық тиімділігі көптеген тау-кен-геологиялық және өндірістік-техникалық шарттарға байланысты болады. Олардың қатарына қазба қиып өтетін таужыныстарының физикалық және механикалық қасиеттері (бекемдігіне, жарықшақтығына, қабаттылығына және т.б.), шпурлардың

диаметрлері және олардың тереңдігі, атылатын оқтам түрлері мен құрылымдары және олардың қоздырылу әдістері, шпурлардың қазбаның көлденең қимасындағы орналасу сұлбасы, шпурларды бұрғылауға қолданылатын жабдықтардың түрлері, жұмыстарды ұйымдастыру шаралары және т.с. жатады.

Бұрғылап-аттыру жұмыстарының құрамына шпурларды бұрғылау, оларды оқтау және оқтамдарды аттыру кіреді.

6.2.1.1. Жарылғыш заттар мен қоздыру құралдарын таңдау

Жарылғыш заттар мен қоздыру құралдарын кеніштің газ режимін, таужыныстарының бекемдігін және сулылығын ескере отырып, осы оқулықтың 3- және 4-бөлімдерінен таңдап алуға болады [1, 5, 8].

Бекемдігі проф. М.М.Протоdjяконовтың шкаласы бойынша $f \leq 12$ таужыныстарын бұзу үшін ұсақтағыштығы төмен, тығыздығы 1000-1100 кг/м³ және дүмпу (детонация) жылдамдығы 4 км/с төмен жарылғыш заттар, ал таужынысының бекемдігі $f \geq 12$ ұсақтағыштық қасиеті жоғары, тығыздығы 1400 кг/м³ және дүмпу жылдамдығы 6-6,5 км/с жарылғыш заттар қолданылады.

Газдар мен шаңдардың жарылыс қаупі жоқ тау-кен қазбаларында II классты сақтандырылмайтын жарылғыш заттар қолданылады. Мысалы, бекемдігі орташа және қатты таужыныстарын қопару үшін №1 және №3 скальды аммонит, детонит М, АС-8В гранулитін, ал бекемдігі орташа және бекемдігі төмен жұмсақ, босаңдау таужыныстарын қопару үшін – аммонит 6ЖВ, гранулит 79/21, АС-4 сияқты жарылғыш заттарды қолданған тиімді.

Газдар мен шаңдардың жарылу қаупі бар тау-кен қазбаларында бос таужыныстарын аттыруға ВП-4 победиті және АП-5ЖВ аммониті, ал көмір аралас забойда Т-19 аммониті және ПЖВ-20 аммониті қолданылады.

Жарылғыш заттарды таңдауды жеңілдету үшін таужыныстарын бекемдігіне байланысты $f \geq 12$ және $f < 12$ кылып екі топқа, сонымен қатар таужынысы массивінің сулылығына байланысты құрғақ және сулы деп екі топқа бөледі.

Газдар мен шаңдардың жарылу қаупі жоқ кеніштерде қазбаларды өтуге кеңінен қолданылатын жарылғыш заттардың топтамасы төменгі 6.2-кестеде келтіріледі.

Қазбаларды нақты тау-кен–техникалық жағдайда өткенде ондағы таужыныстарын қопару үшін экономикалық жағынан тиімді және қолдануға пайдалы жарылғыш заттарды таңдап алу үшін, олардың 1000 кДж талапты жұмыс істеуге қабілетіне сәйкес шығатын өндірістік шығындарын, экономикалық салыстыру арқылы:

$$C_{\text{б.а.ж}} = 1000 [C_{\text{аз}} + C_{\text{б}} / \Delta \cdot K_{\text{ш}} + C_{\text{о}}] / A_{\text{ж}} \quad (6.1)$$

формуласын қолдану арқылы табуға болады. Мұндағы $A_{\text{ж}}$ – ЖЗ-тың жұмыс істеуге қабілеттігі, кДж/кг;

$C_{\text{аз}}$ - 1 кг ЖЗ-тың құны франко-кеніш, тг/кг;

C_o – шпурдың 1 дм³ құны, тг/дм³;

C_o - 1 кг ЖЗ-ты оқтаудың құны, тг/кг;

Δ – оқтау тығыздығы, кг/дм³;

$K_{ш}$ – шпурдың тереңдігін пайдаланудың коэффициенті.

6.2-кесте

Жарылғыш заттарды қолдану жағдайы	Проф. Протодьяконовтің шкаласы бойынша таужыныстарының бекемдігі	Жарылғыш заттардың атаулары	Оқшан диаметрі, мм
Құрғақ шпурлармен қазба өткенде	6-18	Гранулит Э	
		Гранулит АС-4	
		Гранулит АС-4В	
		Гранулит АС-8	
		Гранулит АС-8В	
		Гранулит А-6	
		Детонит М	28-36
		№3 скальды аммонит	28-36
		Аммонит 6ЖВ	32-36
Шпурларды сулы қазбада өткенде	12 дейін	Полиэтилен қабықшасы бар №3 скальды аммонит	
		Скальды аммонит	32
	12-ден жоғары	Детонит М	28-36
		№1 скальды аммонит	28-36
		Полиэтилен қабықшасы бар №3 скальды аммонит	45

Жарылғыш заттарды жоғарыдағы формуланы қолдану арқылы таңдап алуға болады, бірақ ақырғы нақты шешімге келу үшін оларды іс жүзінде қолданып көру керек. Жарылғыш заттардың қалыпты жұмыс істеу қабілетінің шамасын, сол жарылғыш заттардың сипатамасынан алады.

6.2-кестеде келтірілген жарылғыш заттар бұрынғы КСРО құрамына кіретін елдерде шығарылды. Ал олардан тыс шетелдердің кеніштерінде көбіне құрамында суы бар жарылғыш заттар қолданылады. Олар үш топқа бөлінеді: «сларри» - ерімейтін заттардың сумен қоспасы; гелдер – аққыш коллоидтардың қатқылдау түрлері, қатты желатин тәрізді; эмульсиялар – бір-бірінде ерімейтін екі-үш сұйықтардың қоспасы, олар эмульсия түрінде тұруы үшін оларға аз мөлшерде эмульгатор қосады.

Шетелдік жарылғыш заттарды қолданғанда, оларды қандай тау-кен техникалық жағдайларда қолданылатынын есепке алу және оларды шығарған зауыттардың нұсқауларымен мұқият танысу керек. Сонымен қатар, олар Қазақстанда қолдануға болатын жарылғыш заттардың тізіміне еруге тиісті. Тау-кен қазбаларын қатты таужыныстарда өтуге соңғы кезде түйіршектелген ЖЗ-тар (граммонит 79/21, гранулит АС-4 және т.б.) кеңінен қолданып жүр. Түйіршектелген ЖЗ-дың оқшандалғанға қарағанда, жұмыс істеу қабілеті төмендеу, бірақ оларды жоғарғы тығыздықпен механикалындырылған әдіспен

оқтауға болады және олардың бағасы арзан, әрі сыртқы механикалық әсерлерге сезімталдығы төмен.

Жазық қазбаларды газ бен шаңның жарылу қауіпі жоқ кеніштерде жүргізгенде ЖЗ оқтамдарын отпен, электрлі, электрі-отты және дүмпіткіш пілтемен аттыру әдістері қолданылуы мүмкін.

6.2.1.2. Жарылғыш заттардың шығыны

Тау-кен қазбаларын бұрғылап-аттыру әдісімен қазғанда қолданылатын жарылғыш заттардың шығынының мөлшері көптеген факторларға байланысты болады. Олардың негізгілері: қазба өтетін таужынысы массивінің физикалық және механикалық қасиеттері, қазбаның көлденең қимасының ауданы; шпурлардың диаметрі мен тереңдігі, оқтамдардың құрылысы мен оларды аттыру әдісі, т.б [5, 8].

Жарылғыш заттардың жалпы шығыны осы жарылыспен қопарылатын таужынысының көлемі мен жарылғыш заттардың меншікті шығынына, ал қопарылатын таужынысының көлемі қазбаның көлденең қимасының ауданы мен шпурдың тереңдігіне байланысты.

Қопарылатын таужынысының көлемін қазбаның көлденең қимасының ауданы мен шпурдың тереңдігіне байланысты:

$$V = S_{жс} \cdot L_{жс}, \text{ м}^3 \quad (6.2)$$

формуласымен анықтайды. Мұндағы $S_{жс}$ – қазбаның көлденең қимасының жалпы ауданы, м^2 ;

$L_{жс}$ – шпурдың тереңдігі, м.

Қазбадағы таужынысын бұзу үшін қажетті жарылғыш заттардың мөлшерін:

$$Q = V \cdot q = S_{жс} \cdot L_{жс} \cdot q, \text{ кг} \quad (6.3)$$

формуласы бойынша анықтауға болады. Мұндағы q – ЖЗ-тың меншікті шығыны, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Жарылғыш заттың меншікті шығыны дегеніміз көлемі 1 м^3 таужынысын қопаруға жұмсалатын ЖЗ-тың мөлшері.

Жарылғыш заттың меншікті шығыны таужынысының физикалық және механикалық қасиеттеріне (ең бастылары таужынысының бекемдігі, қабаттылығы және жарықшақтығы); жарылғыш заттың түріне, оның ұсақтағыштығына, жұмыс істеу қабілетіне және жарылыстың жылулығына, оқшан диаметріне, оқтам тығыздығына және тағы сол сияқты факторға байланысты болады.

Аталған факторлардың көптігінен жарылғыш заттың меншікті шығынын теориялық жолмен дәл есептеу мүмкін емес. Сондықтан жарылғыш заттың меншікті шығынын жүргізілген тәжірибелік жұмыстардың нәтижелерін қорыта келіп эмпирикалық формулаларды қолдану арқылы табады. Олардың ішінде ең көп тарағаны проф. М.М.Покровскийдің формуласы:

$$q = q_1 \cdot f_o \cdot V \cdot e \cdot m, \text{ кг}/\text{м}^3; \quad (6.4)$$

мұндағы q_1 – ЖЗ-тың стандартты жағдайдағы шығыны, кг/м^3 , ($q_1 = 0,1f$, мұнда f – таужынысының бекемдік коэффициенті);

f_0 – таужынысының құрылымдық коэффициенті (тұтқыр, серпімді және кесекті таужыныстарында $f_0 = 2,0$; бейберекет белгілі бір ретсіз жатқан және ұсақ жарықшақты таужыныстарында – $f_0 = 1,4$; тақта тасты таужыныстарында $f_0 = 1,3$; опырылуға бейім таужыныстарында; $f_0 = 1,1$; ұсақ кеекті таужыныстарында $f_0 = 0,8$);

V – таужынысының қысылу коэффициенті, оның мәнін, қазбаның забойының бір беті ашық болғанда:

$$V = \frac{6,5}{\sqrt{S_{жс}}}$$

формуласын қолдану арқылы табуға болады. Мұндағы $S_{жс}$ – қазбаның көлденең қимасының жалпы ауданы, м^2 .

Қазбаның забойы екі жағынан ашық болса, онда таужынысының қысылыс коэффициентінің (V) мәнін $V = 1,1-1,5$ аралығында қабылдауға болады.

e – ЖЗ-тың жұмыс істеуге қабілеттігін ескеретін коэффициент:

$$e = \frac{380}{A_{жс}};$$

мұндағы $A_{жс}$ – қолданылатын ЖЗ-тың жұмыс істеуге қабілеттілігі, мысалы,

№6 ЖВ аммонитінің жұмыс істеуге қабілеті – 380 см^3 онда $E = \frac{380}{380} = 1$;

m – ЖЗ оқшанының диаметрін ескеретін коэффициент, (оқшан диаметрлері 24, 32 және 40 мм болса, соған сәйкес $m = 1,1; 1,0; 0,95$).

Бекемдігі орташа немесе төмен таужыныстарында жарылғыш заттың меншікті шығынын анықтау үшін М.М. Протодъяконовтың:

$$q = 1,1e(f / S_{жс})^{1/2}, \text{ кг/м}^3 \quad (6.5)$$

формуласын қолдануға болады. Мұндағы $S_{жс}$ – қазбаның қазбалық көлденең қимасының ауданы, м^2

Негізінде есептеу әдісімен анықталған жарылғыш заттардың меншікті шығынының шамасы өте дәл болмайды. Оның дәлірек шамасын нақты таукен–геологиялық жағдайларда бір қатар тәжірибелік аттыру жұмыстарын жүргізіп, солардың нәтижелерін қорыта келіп табуға болады. Іс жүзінде жарылғыш заттардың меншікті шығынын таужынысының бекемдігіне байланысты мынадай шамаларда қабылдауға болады (6.3-кесте).

6.3-кесте

Таужынысының бекемдігі	f	< 2	2-3	4-6	7-9	10-15	15-20
ЖЗ-тың меншікті шығыны, кг/м^3	q	0,15	0,2-0,3	0,4-0,6	0,7-0,9	1,0-1,2	1,2-1,5

Қазбадағы шпурларды оқшандалған жарылғыш заттармен оқтап аттырғанда, олардың меншікті шығынын:

$$q = \frac{(2,2 + 0,5 f_0) e K_{a-q}}{\sqrt{S_{ж}}}, \text{ кг/м}^3 \quad (6.6)$$

формуласын қолданып анықтауға болады. Мұндағы $e = 450/E$;

$K_{n,q}$ – оқшан диаметрін ескеретін коэффициент, $K_{n,q} = 36/d_n$;

d_n – ЖЗ оқшанының диаметрі, мм;

E – ЖЗ-тың жұмыс істеуге қабілеттілігі, кДж/кг.

Қазбаның көлденең қимасының ауданы ұлғайған сайын және ондағы таужыныстарын қопару үшін жұмыс істеуге қабілеттілігі жоғары оқшандалған, диаметрі 40 мм жарылғыш заттарды қолданғанда жарылғыш заттардың меншікті шығыны азаяды. Сонымен қатар шпур неғұрлым тығыз оқталса ЖЗ-тың меншікті шығыны да азаяды. Қазба өтетін таужыныстарының бекемдігінің өсуі жарылғыш заттардың меншікті шығынын көбейтеді.

6.2.1.3. Жарылғыш зат оқтамының құрылымы мен массасы

Оқтамның құрылымы ЖЗ оқшандарының шпурда орналасуына, оталдырғыш-оқшанның оқтамда орналастырылған орнына және оларды тығындайтын тығынның түрі мен мөлшеріне байланысты анықталады. Оқтамның құрылымы шпурдың толық тереңдігіне қопарылуын және қазбаның көлденең қимасының сапалы, жобаға мейлінше сәйкес жиектенуін қамтамасыз етуі керек [5, 8, 9].

Жазық қазбаларды қазғанда негізінен созылған құрылымды оқтамдар, яғни оқтамның жалпы ұзындығы олардың диаметрінен көп үлкен болады және жарылғыш зат оқшандары бір-біріне тығыз тіркестіре орнатылады.

Газ бен шаңның жарылыс қауіпі жоқ кен қазбаларында оқтамның тұтас-колонкалы құрылымы қолданылады. Шпурды бұл әдіспен оқтағанда жарылғыш заттың оқшанын ұзына бойына тізеді.

Тізілген оқшанды шпурға орналастырады да әрі қарай ағаш тығындағышпен итеріп нығыздайды.

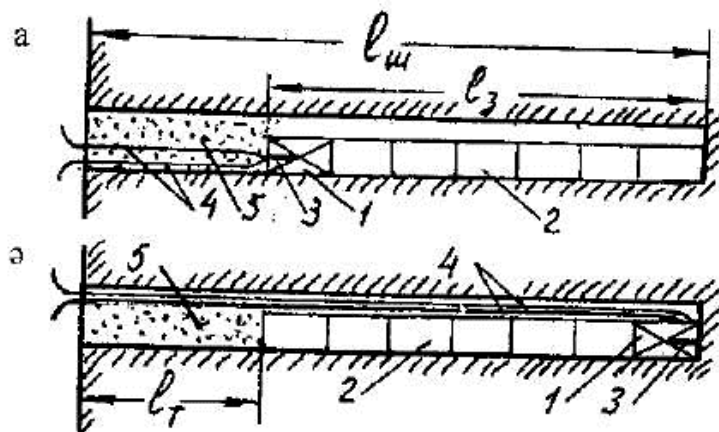
Сонда жарылғыш зат оқшаны жанышталып, шпур жарылғыш затпен толық көлемде толтырылады. Шпурдың қабырғалары мен жарылғыш заттың арасында ешбір саңлау қалмай оқталады. Бұл әдіспен оқталған шпурдың жарылыс әсері жоғары болады.

Жарылыс жұмыстарының қауіпсіздік талаптарына сәйкес оталдырғыш-оқшан шпурдағы оқтамның құрамында аттыру әдісіне байланысты екі түрлі орналасуы мүмкін. Егер оқтамдарды қоздыруға тура оталдыру әдісі (прямое инициирование) қолданылатын болса, онда оталдырғыш оқшан дүмпіткішпен бірге шпурдың ауыз жағына, оқтамның бас жағына, қарай орналастырылады (6.4а-сурет).

Тура оталдыру әдісімен шпурдағы оқтамды қоздырғанда, таужынысының қопарылуы мен массивтің жарықшақтығының ұлғаю әсері

забойдың бос кеңістігінің бағытында болады. Бұл жағдайда жарылыс энергиясының жоғалымы болады және дүмпу кезінде пайда болатын заттар таужынысының жарықтары арқылы ауаға шығады да жарылыс энергиясының пайдалану коэффициенті төмендейді және шпурдың түп жағындағы таужынысы толық бұзылмайды «стакан» қалады.

Егер оқтамды қоздыруға кері оталдыру әдісі (обратное инициирование) қолданылатын болса, онда оталдырғыш оқшан дүмпіткішпен бірге шпурдың ең түбіне негізгі оқтамнан төмен орналастырылады (6.4а-сурет).



6.4-сурет. Шпур оқтамының құрылымы:

а – тура оталдыру; ә – кері оталдыру; 1-оталдырғыш оқшан; 2-оқшан; 3-электрдүмпіткіш; 4-электр сымы; 5-тығын

Кері оталдыру әдісімен шпурдағы оқтамды қоздырғанда жарылыс дүмпуі (детонация) шпурдың түп жағынан басталып, забойдың ашық кеңістігіне қарай бағытталады. Бұл жағдайда жарылыс әсерінен пайда болатын газдардың таужынысының массивіне әсер ететін уақыты ұзарады да, массивті қопаруға жұмсалатын жарылыс энергиясының қуаты және дүмпу әсері көбейеді.

Зерттеушілердің мәліметі бойынша, оқтамдарды қоздыруға кері оталдыру әдісін қолданғанда шпурды пайдалану коэффициенті 8–10% өседі, таужынысының забойда шашырауы 10–18% төмендеп, ұсақталуы біркелкі болады.

Газ бен шаңнан жарылыс қауіпі бар шахталарда аттыру жұмыстарын жүргізгенде оқтамдарды кері оталдыру әдісін қолдану қауіпті болып саналады. Себебі жарылыс кезінде забой атмосферасына тура оталдыру тәсіліне қарағанда, жоғарғы температуралы заттар бөлініп шығып, қазбаның ішіндегі газдарды тұтандыруы, ал соның әсерінен қазбадағы газдардың жарылып кетуі мүмкін.

Жарылыстың әсерін ұлғайту үшін екі әдісті де бірге қолдануға болады. Бұл жағдайда бір оталдырғыш-оқшанды оқтамның түбіне, ал тағы бір оталдырғыш-оқшанды оқтамның бет жағына орнатып жарылыс жасау керек. Бұл әдіс қарама-қарсы оталдыру болып табылады.

Оталдырудың қандай әдісін қолдансақта дүмпіткішті оталдырғыш-оқшанға орнатқанда оның түп жағындағы кумулятивтік ойық оқшанға қарай бағытталуы керек.

Қазбаны бұрғылап-аттыру әдісімен қазғанда, оны жаруға керекті ЖЗ-тың жалпы мөлшері есептеледі және оларды орналастыратын шпурлардың диаметрі, ұзындығы, олардың қазбаның көлденең қимасында орналасу тәртібі және басқа да параметрлері анықталады. Сонымен қатар атқаратын қызметтеріне байланысты әр шпурға оқталатын оқтамның да мөлшерін анықтайды.

Ол оқтамның көлемі шамамен шпурдың ұзындығының $2/3$ бөлігін толтырады, ал шпурдың қалған $1/3$ бөлігі тығындалады. Тығын есебінде көбіне инертті материалдар қолданылады. Шпурды, ондағы соңғы оқшаннан аузына дейін, қымтап тығыздап тығындағанда жарылыс кезінде бөлінетін заттардың таужынысы массивіне әсер ететін уақыты ұзарады және жарылыс энергиясының қуатын толығырақ пайдалануға мүмкіндік береді.

Шпур тығының ұзындығы шпурдың толу коэффициентімен шектеледі:

$$a = \frac{\ell_3}{\ell_m}, \text{ м}; \quad (6.7)$$

мұндағы ℓ_3 – шпурдағы оқтамның ұзындығы, м;

ℓ_m – шпурдың жалпы ұзындығы, м.

Шпурдағы оқтамның мөлшері (массасы):

$$q_u = \frac{Q_{ж}}{N}, \text{ кг} \quad (6.8)$$

формуласымен анықталады. Мұндағы N – шпурлардың саны.

Ал бір шпурға оқталатын ЖЗ-тың мөлшері шпурдағы жарылғыш заттың түріне байланысты анықталады.

Шпурлар оқшандалған ЖЗ-пен оқталса:

$$q_{u.n} = \frac{\ell_m \cdot a}{\ell_n} \cdot q_n, \text{ кг}. \quad (6.9)$$

Шпурлар түйіршекшелген ЖЗ-пен оқталса:

$$q_{u.t} = \frac{\pi d^2}{4} \ell_u \cdot \zeta \cdot a, \text{ кг}; \quad (6.10)$$

мұндағы ℓ_u – шпурдың тереңдігі, м;

q_n – ЖЗ оқшанының салмағы, кг;

ℓ_n – ЖЗ оқшанының ұзындығы, м;

d – шпурдың диаметрі, м;

ζ – шпурдағы оқтам тығыздығы, кг/м^3 ;

a – шпурдың жарылғыш заттармен толуын ескеретін коэффициент;

ℓ_3 – шпурдағы оқтамның ұзындығы, м.

Шпурлардың жарылғыш заттармен толу коэффициенті қазбаны өту

циклінің ұзақтығына әсер етеді. Оның шамасының үлкеюі таужынысының қопарылуын, біркелкілігін жақсартады, бірақ жарылыс салдарында таужынысы ыдырап алысқа шашырайды және жарылыс қуатын пайдалану коэффициенті азаяды. Егер шпурлардың жарылғыш заттармен толу коэффициентінің шамасы төмен болса, ЖЗ оқтамының қуаты таужынысын толық бұзуға жеткіліксіз болуы мүмкін [5, 8].

Газ бен шаңнан жарылыс қауіпі жоқ тау-кен кеніштерінде қазбаларды өтуге оқшандалған ЖЗ-тарды қолданғанда шпурлардың толу коэффициентін 3.02.03-84 СНИП басшылыққа ала отырып, мынандай шамаларды алуға болады (6.4-кесте).

6.4-кесте

ЖЗ оқшандарының диаметрі, мм	Таужынысының бекемдігіне (f) сәйкес шпурлардың толу коэффициенті	
	$f = 3 - 9$	$f = 10 - 20$
24; 28	0,4-0,7	0,75-0,85
32; 36	0,35-0,6	0,6-0,8
40	0,3-0,5	0,5-0,7

Шпурдағы оқтамның орташа массасы ЖЗ-тардың толық шығынына және шпурлардың санына байланысты болады.

Шпурлардың қазбадағы таужыныстарын қопару үшін атқаратын міндеттеріне (үңгіме, бұзу, жиектеуші) сәйкес, олардағы оқтам массалары да әртүрлі келеді. Мысалы, үңгіме шпурлардағы оқтамның шамасы 20–25% артық, ал бұзу және жиектеуші шпурларда 10–15% кем болады. Сонымен қатар үңгіме шпурларда ЖЗ-тардың толу коэффициентін де, бұзу және жиектегіш шпурларға қарағанда, 10–20% артық қылып алады.

Тығынның шпурдағы ұзындығы мен оның тығыздығы жарылыстың сапасына тікелей әсер етеді. Шпурдағы тығынның ұзындығы мен тығыздығының шамасы неғұрлым көп болса, соғұрлым жарылыс жұмысының сапасы жоғары болады. Себебі, жарылыс заттарының шпурдың аузына қарай жүрісіне қарсылық көбейеді де, атылыс қуаты барлық бағытта мейлінше бірдей жұмыс істейді. Бұл құбылыс таужынысының жақсы қопарылуына үлкен әсер етеді.

Шпурларды оқшандалған ЖЗ-пен оқтағанда тығынның ұзындығы оған оқталатын ЖЗ оқшандарының санына байланысты болады. Оны:

$$\ell_t = \ell_{ш} - (\ell_n \cdot N_n), \text{ м} \quad (6.11)$$

формуласы бойынша анықтауға болады. Мұндағы $\ell_{ш}$ – шпурдың ұзындығы, м; ℓ_n – ЖЗ оқшандарының ұзындығы, м; N_n – шпурға оқталатын оқшандардың саны.

Газ бен шаңнан жарылыс қауіпі бар шахталарда қазбаларды өткенде шпурлардың тереңдігі 0,6-1,0 м болса, онда олардағы тығынның ұзындығы шпурдың ұзындығының жартысынан кем болмауы керек. Егер шпурдың ұзындығы 1 м-ден артық болатын болса, онда тығынның ұзындығы 0,5 м-ден кем болмауға тиісті.

6.2.1.4. Шпурлардың өлшемдері мен санын анықтау

Шпурлардың диаметрі. Шпурлардың диаметрі оған оқталатын ЖЗ оқшанының диаметріне байланысты негізделіп анықталады. Себебі жерасты қазбаларын өтудің санитарлы-нормалары мен ережелеріне (СНиП) сәйкес оқталған оқшан мен шпурдың қабырғаларының арасында, оқшандарды кедергісіз еркін оқтау үшін, саңылау болуы керек. Ережелер (СНиП) бойынша оқтамды электрлі, отты және электрлі-отты әдістермен қоздырғанда шпурдың диаметрі ЖЗ оқшанының диаметрінен 5-6 мм кең және оталдырғыш оқшан шпурдың ауыз жағында бірінші болып орналасуға тиіс. Ал оқтамды от әдісімен қоздырғанда және оталдырғыш оқшан шпурда бірінші болып орналаспаса, онда шпурдың диаметрі ЖЗ оқшанының диаметрінен 7-8 мм кең болуға тиіс.

Шпурлардың диаметрлері ұлғайған сайын жарылыс энергиясы шоғырланады және дүмпу жылдамдығы өседі. Соның салдарынан жарылыс жұмыстарының әсері жоғарылайды және қазбадағы шпурлардың саны азаяды, әрі ЖЗ шығыны азаяды. Сонымен қатар жарылыс энергиясының шоғырлануы салдарынан жарылыс қуаты таужынысын бұзуға толығырақ қолданылады және шпурлардың ЖЗ-мен толу коэффициенті жоғарылайды. Бірақ шпурлардың диаметрін ұлғайту қазбалардың көлденең қимасының ауданын жиектеудің дәлдігін нашарлатады. Себебі қазбаның жобаланған жиегінен тыс таужыныстары да қопарылады. Шпурлардың диаметрлерінің ұлғаюы оларды бұрғылаудың жылдамдығын төмендетеді, ал соның салдарынан бұрғылау жұмыстарының қарқыны тежеледі [5, 8, 13].

Шпурларды бұрғылау жұмыстарының өнімділігін арттырудың бір жолы – шпурлардың диаметрін кішірейту. Шпурлардың диаметрі таужыныстарының физикалық және механикалық қасиеттеріне, оларды бұрғылауға қолданылатын бұрғылау машинасының қуатына, ЖЗ оқшанының диаметріне және түріне байланысты қабылданады. Әрбір ЖЗ оқтамына тән диаметр шектеуі болады және одан кіші диаметрде ЖЗ от алмайды. Сондықтан ЖЗ оқшанының диаметрінің ең кіші мәні ЖЗ-тың қозу қасиетінің мөлшерімен шектеледі.

Өндірістік тәжірибелердің негізінде мынадай қорытынды жасауға болады: көлденең қимасының ауданы 6 м^2 -тан артық жазық қазбаларды қазғанда ЖЗ оқшанының диаметрі 36-40 мм, ал қазбаның көлденең қимасының ауданы 6 м^2 -тан кем болғанда, ЖЗ оқшанының диаметрі 32-36 мм болуы керек.

Шпурлардың саны. Қазбадағы бұрғыланатын шпурлардың саны олардың диаметрі сияқты бұрғылап-аттыру жұмыстарының қиындығына, таужыныстарының бұзылуының сапасына, шпурларды пайдалану коэффициентіне және жарылыстың басқа да көрсеткіштеріне әсер етеді. Забойдағы шпурлардың саны көптеген факторларға байланысты, олардың ең бастылары мыналар: қазбадағы таужыныстарының бекемдігі, қазбаның көлденең қимасының пішіні мен өлшемдері, қолданылатын ЖЗ-тың түрі және олардың оқшандарының диаметрі, оқтам құрылымы және шпурдың ЖЗ-қа

толу коэффициенті.

Шпурлардың санын есептеудің бірнеше формуласы бар. Солардың ішінде тәжірибе көрсеткіштеріне жақыны Г.Г.Мухтаровтың түзетуі еңгізілген қазба забойының 1 м^2 ауданына келетін шпурлардың санын анықтайтын, проф. М.М.Протодьяконовтың формуласы:

$$N_1 = 2,7 \cdot K_{жар} \sqrt{\frac{f}{S_{ж}}}; \quad (6.12)$$

мұндағы $K_{жар}$ – таужынысының жарықшақтығын ескеретін коэффициент, (жарықшақтығы жоқ болса $K_{жар} = 1$; сәл жарықшақты $K_{жар} = 0,9$; орташа жарықшақты $K_{жар} = 0,75$; өте жарықшақты $\hat{E}_{\alpha\beta\delta} = 0,55$; тұтастығы бұзылған таужыныстарын;

f – таужынысының бекемдік коэффициенті;

$S_{ж}$ – қазбаның қазбалық көлденең қимасының ауданы, м^2 .

Қазба забойының толық ауданына келетін шпурлардың саны:

$$N_1 = 2,7 \cdot K_{жар} \sqrt{f \cdot S_{ж}}. \quad (6.13)$$

Забойдағы шпурлардың саны оптимальды мөлшерден артық болса, оларды оқтауға жұмсалатын уақыт ұзарады және бұзылған таужынысының құрамында ұсақ фракциялар көбейеді. Егер забойдағы шпурлардың саны оптимальды мөлшерден аз болса, жарылыс әсері нашар болып, қазбаның қимасының көлденең қимасының жиектелуінің сапасы төмен және бұзылған таужыныстарының арасында ірі кесектер болады да, қопарылған таужыныстары тиеудің еңбек өнімділігін төмендетеді [5, 8, 13].

Забойдағы шпурлардың санын, олардың орналасу сұлбасына байланысты, еңбеге (заходка) жұмсалатын ЖЗ-тың жалпы шығыны арқылы анықтауға да болады:

$$N = \frac{1,27q \cdot S_{ж}}{(\Delta \cdot d^2 K)}; \quad (6.14)$$

мұндағы q – ЖЗ-тың меншікті шығыны, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$S_{ж}$ – қазбаның көлденең қимасының жалпы ауданы, м^2 ;

d – ЖЗ оқшанының диаметрі, м ;

Δ – ЖЗ-тың тығыздығы, $\text{кг}/\text{м}^3$;

K – шпурдың толу коэффициенті (6.4-кесте).

Шпурлардың санын есептеу арқылы анықтаған соң, оларды забойдың беткейінің жазықтығына дұрыс орналастыра білу керек, яғни оқтамдардың орналасу сұлбасы әрбір оқтамның атылысынан кейін, келесі атылатын оқтамның жарылыс жұмысын жеңілдетуі керек. Сондықтан да шпурлардың забойда орналасу үлгісін жасағанда, шпурлардың саны есептелген шамадан ± 5 болуы мүмкін.

Шпурлар санының ең соңғы мәні үңгіме түрі және шпурлардың забойда орналасуын таңдағаннан кейін қабылданады.

Кез келген бекемдіктегі таужыныстарында сыналы үңгіме де, тура

үңгіме де қолданыла береді. Сына тәрізді үңгіме үшін, үңгіме (n_b), бұзу (n_0) және жиектеуші ($n_{ок}$) шпурлардың сандары: 1:0,5:1,5 немесе 1:0,5:2 қатынасымен анықталады.

Сына тәрізді үңгімелердің параметрлері 6.5-кестеде келтірілген. Бұл кестедегі мәндерді бекем таужыныстарында және шпурлардың тереңдігі 1–1,2 м аспағанда қолдануға болады. Себебі,

$$l_a \leq \hat{A} \operatorname{tg} \alpha / 4;$$

мұндағы B – қазбаның ені, м.

6.5-кесте

Таужыныстарының бекемдік коэффициенті f	Оқшандар диаметрі 36–37 мм болғандағы, ЖЗ жұмыс істеу қабілеттігіне (см^3) байланысты қабылданатын жұп үңгіме шпурлардың арақашықтығы (см)		Забой кеңістігіне шпурлардың қиғаштану бұрышы α , градус	Үңгімедегі шпурлардың саны n_b
	350-395	400-450		
7–8	46–48	49–51	62–64	4–6
9–10	43–45	46–48	59–61	6–8
11–13	40–42	43–45	56–58	6–8
14–18	37–39	40–42	53–55	8–10
19–20	34–37	37–39	50–53	8–12

Терең шпурларда сына үңгімелерінің параметрлерін есептеу үшін қопсытуға қолданылатын созылмалы оқтамдардың есебін пайдалануға болады. Яғни, қатардағы оқтамдардың арақашықтығы $a=m(p/q)^{1/2}$. Әдетте, сына үңгімесі шпурларының ауыз жағындағы арақашықтықты анықтау үшін мына формуланы қолдануға болады: $a_b=2(a-b)/K$ (мұнда b – сынадағы шпур забойларының арақашықтығы $b \approx 0,2-0,3$; K – шпурды толтыру коэффициенті).

Жиектеуші шпурлардың арақашықтығын таужынысының бекемдігіне байланысты 0,6–1 м шамасында қабылдайды [5, 8, 18].

Жиектеуіш жарылыс кезінде шпурлардың арақашықтығын 0,3–0,5, ал бұзу шпурларының арақашықтығын 0,8–1,2 м шамасында қабылдайды.

Бұрғылау машинасының еркін жұмыс істеуіне жағдай болмаса, онда көбінесе, тура үңгімелер қолданылады. Тура үңгіме әдісінде шпурлар толық немесе жартылай (кейбір шпурларды бос жібереді) оқталуы мүмкін. Тура үңгіме әдісінде шпурлардың арақашықтығы 10–30 см, өте бекем таужыныстарында 5–10 см шамасында болады. Мұндай жағдайда оқталған шпур мен бос шпурдың арақашықтығы $a=(2 \div 3) d$ артық болмауы қажет (мұнда d – бос шпурдың диаметрі).

Тура үңгіме әдісінде қосымша (компенсациялы) шпурлардың саны:

$$N_0 = (\eta l_\phi / \hat{A})^3 / V_0, \text{ дана} \quad (6.15)$$

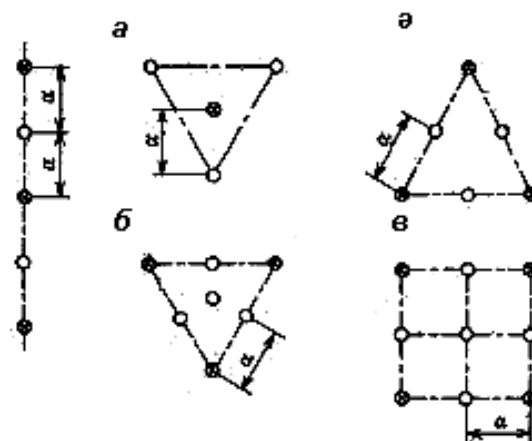
формуласымен анықталады. Мұндағы η – шпурды пайдалану коэффициенті;

$l_{ш}$ – шпурдың тереңдігі, см;

$A=9,35$ – масштабтық коэффициент;

V_0 – бос шпурдың көлемі, см³.

N_0 мәнін біле отырып, 6.5-суреттен сәйкес үңгіме конструкциясын таңдап алуға болады. Шпурлардың диаметрі 42-ден 56 мм-ге дейін болса, үңгіме шпурлардың тереңдігін 2,2-ден 3 м-ге дейін таңдауға болады.



6.5-сурет. Тура үңгімедегі шпурлар мен қосымша шпурлардың орналасу сұлбасы

Тура үңгіме әдісінде, үңгіме кеңістігін кеңейту үшін көмекші шпурлар қолданылады. Олар сол кеңістіктің немесе қысқа қарысу сызығынан аспайтын арақашықтықта орналасуы керек. Көмекші шпурларды забойға орналастырған кезде, қысқа қарысу сызығын 6.6-кестеден қабылдауға болады [18].

6.6-кесте

Таужыныстарының бекемдік коэффициенті f	ЖЗ жұмыс істеу қабілеттілігіне (см ³) байланысты, қысқа қарысу сызығының мәні (м)	
	350–395	400-ден жоғары
7–8	0,66–0,7	0,72–0,8
9–11	0,6–0,64	0,66–0,7
12–14	0,52–0,5	0,6–0,64
15–18	0,45–0,5	0,52–0,6
19–20	0,42–0,45	0,45–0,56

Шпурлардың тереңдігі. Шпурлардың тереңдігі бұрғылап-аттыру жұмыстарының негізгі параметрлерінің бірі болып табылады. Шпурдың тереңдігі қазбаны өту циклінің ұзақтығын, қазбаны өтудің жылдамдылығын, оған кететін жалпы қаржының көлемі мен еңбек шығымдылығын анықтауға мүмкіндік тудырады.

Шпурлардың тереңдігінің оптимальды мәнінің негізгі көрсеткіштері ретінде қазбаның 1 метрін жүргізу үшін жұмсалатын еңбек пен уақыттың және қаржының ең аз кететін шамалары алынады.

Шпурлардың тереңдігін анықтағанда қазба өтудің геологиялық, техникалық және еңбек ұйымдастыру факторларын ескеру керек.

Негізгі геологиялық факторларға таужыныстарының бекемдігі, жарықшақтығы, тақталануы (напластование) және судың қазбаға келімінің

көлемі мен газ режимі жатады.

Техникалық факторларға – қазбаны жүргізудің технологиялық үлгісі, қазбаның көлденең қимасы, қолданылатын бұрғылау және тиеу машиналарының түрлері, ЖЗ-тың сапасы және тағы басқалары кіреді.

Ұйымдастырушылық факторларына – қазбаны өту циклінің ұзақтығы және осыған байланысты қазбаны өтудің жылдамдығы жатады [5, 8, 18].

Шпурлардың тереңдігі тайыз (1,0–1,5 м) болғанда қазбаны ілгері жүргізудің 1 метріне шаққанда жұмсалатын көмекші жұмыстардың (қазбаны желдету, шпурларды бұрғылау және таужыныстарын тиеу кезеңдерінің, даярлау – қорытындылау операциялары және т.с.) уақыт мөлшері ұзарады.

Қазбаларды өтуге терең шпурлар (3,5–4,0 м) қолданылса, онда таужынысының уатылу сапасы және шпурларды пайдалану тиімділігі төмендейді. Бұл жағдайда да қазбаның 1 метрін қазуға жұмсалатын уақыт мөлшері ұзарады.

Негізі шпурдың тереңдігін қазба өтудің мөлшерленген техникалық жылдамдығына, қолданылатын тау-кен жабдықтарының түрлеріне және олардың санына немесе қазба өтудің өнім шығару мөлшеріне байланысты анықтайды.

Қазба жүргізудің мөлшері техникалық жылдамдығы белгілі болса, онда шпурдың тереңдігін:

$$\ell_{ш} = \frac{V \cdot T_{ц}}{t_{жс} \cdot n_{жс} \cdot \eta}, \text{ м} \quad (6.16)$$

формуласы арқылы есептеп шығаруға болады. Мұндағы V – қазбаны өту жылдамдығы, м/айына;

$T_{ц}$ – қазбаны өту циклінің ұзақтығы, сағ;

$t_{жс}$ – тәуліктегі қазбаны қазу уақыты, сағ;

$n_{жс}$ – бір айдағы жұмыс істейтін тәуліктер саны;

η – шпурларды пайдалану коэффициенті (әдетте $\eta = 0,8 \div 0,95$).

Сонымен қатар, шпурлардың орташа тереңдігін қазбаны өтудің айлық жылдамдығына немесе оның құрылысының мерзіміне байланысты анықтауға болады:

$$l_{\phi} = \frac{L}{(25t_i \ddot{i}_{\ddot{n}i} \ddot{i}_{\ddot{o}} \eta)}, \text{ м}; \quad (6.17)$$

мұндағы L – қазбаның ұзындығы, м;

25 – бір айдағы жұмыс күні;

$n_{см}$ – тәуліктегі ауысымдар саны;

$n_{ц}$ – ауысымдағы циклдар саны;

η – шпурды пайдалану коэффициенті.

6.2.1.5. Шпурларды оқтау әдістері және құралдары

Барлық шпурларды бұрғылап болғаннан кейін, тау-кен шебері (горный мастер) немесе шебер-қопарушы (мастер-взрывник) бұрғыланған шпурлардың

санын, орналасуын, тереңдіктерін, көлбеулік бұрыштарын тексереді және олардың бұрғылап-аттыру жұмыстарының паспортына сәйкестігін анықтайды. Паспортқа сәйкес емес шпурлар қайтадан бұрғыланады, ал тереңдігі таяз шпурлар тереңдетіледі. Шпурлардың сапасы тексеріліп, оларды бұрғыланған таужынысы ұнтағынан тазартқаннан кейін, забойдан бұрғы жабдықтары мен құрал-саймандар және шлангалар жиналып алынады. Егер забойдан 20 метрге дейінгі аймақта жабдықтар тұратын немесе қазбаның ішінде бұрын алынбаған таужыныстарының биіктігі қазбаның 1/3 бөлігін жауып тұратын болса, онда шпурларды оқтауға рұқсат берілмейді [3, 5, 8].

Шпурларды оқтаудың алдында керекті мөлшерде жарылғыш заттарды, аттыру құрамдарын және тығын материалдарын забойға алып келеді. Желдетпе құбырларын керегінше ұзартады, электр кабелін тоқсыздандырады, қазбадағы бекітпе жақтауларын тексереді.

Шпурларды оқтауға кірісер алдында бірінші ескерту дыбыс белгісі (сигналы) беріледі (бір ұзақ ысқырық). Дабыл берілген соң шпурларды оқтау жұмыстарына қатысы жоқ адамдар қауіпті аймақтың сыртына шығарылады. Шпурларды аттырушы және оның көмекшілері оталдырғыш-оқшандарды дайындауға және шпурларды оқтауға кіріседі.

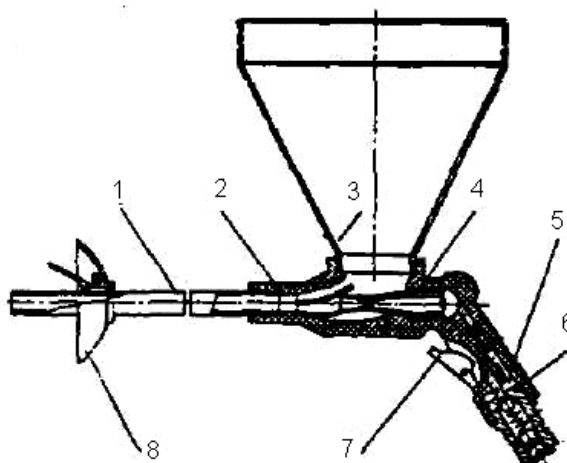
Шпурларды оқтағанда қопарушыға «Қопарушының бірыңғай кітапшасы» (единая книжка взрывника) бар қазба өтушілер көмектеседі. Көмекшілердің саны шпурлардың санына немесе қазбаның қимасының ауданына байланысты: шпурлардың саны 30-ға дейін немесе қазбаның қимасының ауданы 10 м^2 кем болса – 1 көмекші; $30 \div 60$ шпурлар немесе қима ауданы $11-20 \text{ м}^2$ болса – 2 көмекші шпурлардың саны 60-тан көп болса және $S_k > 20 \text{ м}^2$ болса – 3 көмекші жұмыс істейді.

Шпурлар оқшандалған немесе түйіршіктелген жарылғыш заттармен оқталады. Оқшандар шпурға ағаш білекпен (штанга) итеріліп кіргізіледі. Қазба өткенде көбіне оқшандалған аммонит 6ЖВ жарылғыш заттары, ал түйіршектелген ЖЗ-тардан – гранулит АС жиі қолднылады.

Шпурларды оқтау және оқтамдарды тығыздау қолмен немесе механикаландырылған әдіспен атқарылады.

Шпурларды механикаландырылған әдіспен түйірішекті ЖЗ-тармен оқтауға әртүрлі құрылғылар қолданылады: ЗП-1, ЗМК, «Курама-7» (6.6-сурет) ЭР-25 типті эжекторлы және үлестеуші (порциялы), РПЗ-0,6 немесе «КазНТУ-Интеррин» (6.7-сурет) типті арқаға асатын, т.б. оқтағыштар. Кейбір оқтағыштар бұрғы қондырғыларына орнатылған (УМЗ-1). Оқтағыштарда 1-2 адам қызмет істейді.

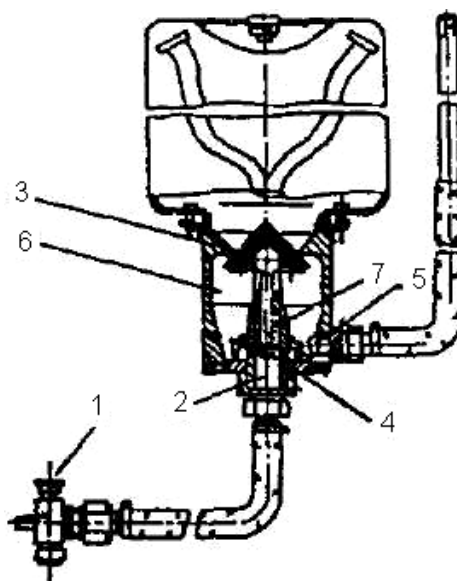
«Курама-7» оқтағышы эжекторлық принциппен жұмыс істейді. Сыйымдылығы 8 кг, шанапқа (3) түйіршектелген жарылғыш заттар салынады. Магистральдық жүйеден келетін сығылған ауа шанаптың жарылғыш зат жүретін арнасына орнатылған эжектор (2) арқылы өтеді. Сол кезде жарылғыш зат жүретін арқаның дөңгелек пішінді саңылауында ауа пайда болып, шанаптағы түйіршікті жарылғыш заттар ауамен сорылып шанаптан түсіп әрі қарай түтік арқылы шпурға беріліп, онда тығыздалып оқталады.



6.6-сурет. «Курама-7» оқтағышы.

1-түтік; 2-эжектор; 3-шанап; 4-сопло; 5-сап-тұтқа, 6-клапанды итуце; 7-клапанды басқаратын тетік; 8-қорғаушы

Қорапты аспалы адамның арқасына ілінетін «КазНТУ-Интеррин» типті оқтағыш сыймдылығы 20 кг қораптан және оқтағыш құрылғыдан тұрады (6.7-сурет).



6.7-сурет. Қорапты аспалы оқтағыш (КазНТУ-Интеррин құрылымы)

Түйіршектелген ЖЗ-ты забойға қорапқа салып алып келеді. Оқтағыш құрылым қорапқа шпурды оқтаудың алдында ғана жалғанады [3, 5, 8].

Оқтағыш механизм келесі ретте жұмыс істейді: басқарушы тетікті (1) басқанда ауа цилиндрдің төменгі бөліміне (2) беріледі де клапанды поршеньді (3), жоғары қарай көтереді, ол жарылғыш заттар түсетін тесікті жабады. Одан кейін ашылған тесіктерден (4) ауа камераға (6) қарай бағытталады да түйіршектерді шпур бағытындағы тесіктер (5) арқылы шланга және металл түтіктер арқылы шпурға жеткізеді. Цилиндрдің төменгі бөліміне (2) ауа беруді тоқтатқанда поршень серіппенің (7) күшімен төмен түсіп тесіктерді (4) жабады, ал клапан ЖЗ-ды тиеуші тесіктерді ашады да камераға

түйіршіктелген жарылғыш заттар түседі. Сонан соң осы циклдер қайтадан қайталанады.

Өнеркәсіп қауіпсіздігінің талаптары бойынша оталдырғыш-оқшан шпурларға түйіршектелген ЖЗ-тар толтырылғаннан кейін қолмен еңгізіледі (тура оталдыру әдісін қолданғанда).

Шпурларды оқтаған кезде сығылған ауаның әсерінен ЖЗ-ты шпурдан айдап шықпас үшін, оқтағыш құбыр басы мен шпур забойының немесе оқталған бөлімінің аралығы 0,5–0,8 м-ден кем болмауға тиіс.

Шпурлар мен ұңғымаларға түйіршіктелген жарылғыш заттарды оқтау үшін үлестеуші (зарядчик порционный ЗП) оқтау машиналары да кеңінен қолданылады. Олардың: ЗП-2, ЗП-5, ЗП-12 және ЗП-25 модельдерін атауға болады (6.7-кесте).

Жарылғыш заттардың ұңғымалардан қайта төгілуін және шаң бөлінуін төмендету үшін, сонымен қатар жарылғыш заттарды оқтау кезінде ылғалдау үшін мұндай оқтағыштар сұйық компонент мөлшерлеуіштерімен (дозаторларымен) жабдықталған. Олар берілетін сұйықтық мөлшерін 2-ден 6% дейін реттеуге мүмкіндік береді.

6.7-кесте

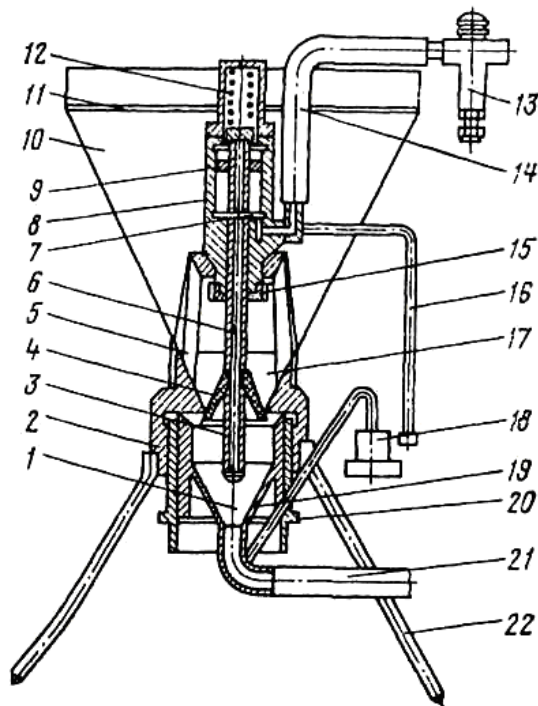
Үлестеуші (порциялы) оқтағыштардың техникалық сипаттамалары

Түрлері	ЗП-2	ЗП-5	ЗП-12	ЗП-25
Сыйымдылығы, л:				
қабылдау ыдысы	40	40	40	40
мөлшерлеуші камера	2	5	12	25
сұйық компоненттерді мөлшерлеуші	0,2	0,34	0,34	1,25
Оқтау кезіндегі ЖЗ-дың тығыздалу дәрежесі, %	125	133	133	133
Оқтағыштың биіктігі, мм	850	900	1250	1250

ЗП-2 оқтағышы (6.8-сурет) пневмоцилиндрден (8), бағаннан (5), сақтағыш торы (11) бар қабылдау ыдысынан (10), поршеннен (9), шток (6) және пружинадан (12), тығын конусынан (4), бөлгіш-гайкадан (3), реттеуші цилиндрден (2), мөлшерлеуші камерадан (1), жиек-гайкадан (20), жүктеуші ойықшадан (17), золотникті ойықшадан (7), гайкадан (15), құбырөткізгіштен (21), конусты жүрісі (19) бар реттеуші цилиндрден, үш аяқтан (22), ауа шлангасынан (14), басқарушы краннан (13), сұйық компоненттерді мөлшерлегіштен (18), шланга (16) және сұйық компонентке арналған форсункадан тұрады.

Жарылғыш зат қабылдау ыдысына салынып, жүктеуші ойықша арқылы мөлшерлеуші камераны (1) толтырады. Сығылған ауа пневмоцилиндрге (8) түсіп, поршеньге (9) әсер етеді. Ол штокпен (6) бірге жоғарыға көтеріліп, пружинаны (12) қысады. Поршень жоғарғы деңгейде тұрғанда тығын конусы (4) жүктеуші ойықшаны (17) жабады. Ал сығылған ауа шток (6) арқылы мөлшерлеуші камераға (1) түсіп, жарылғыш затты құбырөткізгіш (21) бойымен ұңғымаға жеткізіп береді.

Басқарушы кранды (13) қосқаннан кейін сығылған ауа біруақытта шланга (16) бойымен сұйық компоненттерді мөлшерлеуші камераға (18) түсіреді. Сол кезде сұйықтықтың бір үлесі форсунка арқылы жарылғыш зат орналасқан құбырөткізгішке бүркіледі. Мөлшерлеуші камераның сыйымдылығы басқарым табандығын жылжыту арқылы 0,7-ден 2 кг-ға дейін өзгеруі мүмкін [3].



6.8-сурет. ЗП-2 оқтауышы

ЗП-5, ЗП-12 және ЗП-25 үлестеуші оқтауыштары бір-біріне ұқсас болып келеді. Олардың айырмашылығы, мөлшерлеуші камераларының сыйымдылығы әртүрлі болады. Оқтауыштар сақтандырғыш торы бар қабылдаушы ыдыстан, поршень мен шток орналасқан пневмоцилиндрден, тығын клапанынан, мөлшерлеуші камерадан, табандықтан, аэрационды пластинадан, сақтандырғыш мөлшерлеуіш конустан, белгілеуші конустан, сұйық компоненттерді мөлшерлеуіштен, тірек аяқтары мен құбырөткізгіштен тұрады.

Жарылғыш зат қабылдау ыдысына салынып, клапан ашылған кезде жүктеуші ойықша арқылы мөлшерлеуші камераны толтырады. Кранды қосқан кезде сығылған ауа тығын клапанымен жүктеуші ойықшаны жауып, камераны оқшаулайды.

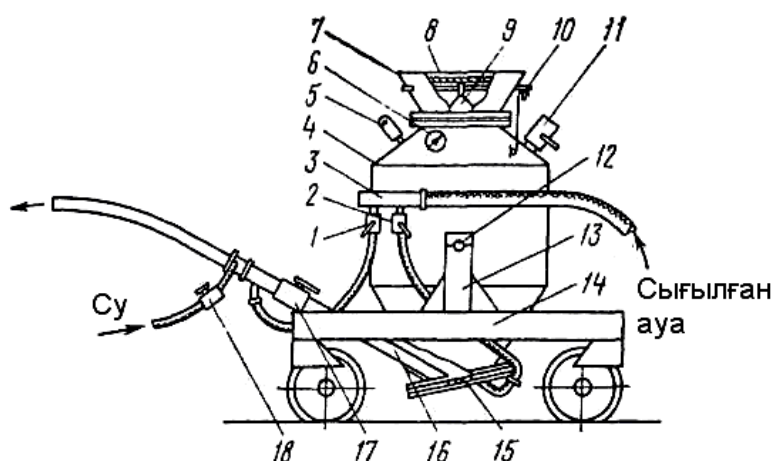
Түйіршіктелген жарылғыш зат мөлшерлеуші камерадан астыңғы қуыс арқылы аэрациялы пластинаға өтеді де сол жерде аэрацияланып, құбырөткізгіш арқылы ұңғымаға беріледі. Оқтауыштың өнімділігі қуыс мөлшерімен реттеліп отырады. Ал жарылғыш затты тасымалдау ағыны сығылған ауа шығынымен анықталып, дроссельді иненің қойылу деңгейімен реттеледі.

Оқтау жұмыстарын бастамас бұрын мөлшерлеуішпен берілетін сұйықтықтың талап етілетін мөлшерін белгілеп алу қажет.

Шпурлар мен ұңғымаларды ЗП оқтауыштарымен оқтаған кезде, оқтауышты забой алдында тегіс жерге орнату керек. Оқтау жұмыстары келесі кезекте орындалады. Бірінші ауа мен сұйықтық берілімі реттеледі, содан кейін оқтауышты ауа жүретін магистральға жалғап, оның жарылғыш затсыз жұмыс істеуін тексереді. Сосын мөлшерлеуішке сұйықтық құйылып, қабылдау ыдысына жарылғыш зат салынады.

Ұңғымаларды оқтау үшін центрлеуші басы бар оқтау құбырын ұңғыманың түбіне тірелгенше енгіземіз де, сосын оны 0,6–0,8 м артқа қайта тартып қоямыз. Ал шпурларды оқтағанда құбырөткізгішті шпур табанына дейін енгізіп, сосын 0,3–0,4 м қайта артқа тартып қоямыз. Содан кейін ауа беруші кранды қосамыз да, ұңғыманың жарылғыш затпен толуына байланысты 0,6–0,8 м қашықтықты сақтай отыра құбырды сыртқа қарай тартып отырамыз. Құбырдағы жарылғыш зат бітіп, құбырдан таза ауа ағыны үрлене бастағанда кранды қайта жабамыз. Жұмыс біткеннен кейін оқтауышты ауамен үрлеп және сумен жуып тазалап қою қажет.

Үрлеме негізінде жұмыс істейтін ЗДУ-50 тасымалдап-оқтауыш қондырғысы (6.9-сурет) түйіршіктелген жарылғыш заттарды газ бен шаңнан қауіпсіз шахталар мен кеніштерде бір жерден екінші бір оқталатын жерге құбырлар арқылы пневматикалы тасымалдауға арналған құрал [3].



6.9-сурет. ЗДУ-50 тасымалдап-оқтауыш қондырғысы

ЗДУ-50 қондырғысы кеніштік арба шассиінен (14), бункер ыдыстан (4), тиеу воронкасынан (7), аэрациялы қалқадан (15) және құбырөткізгіштер жүйесінен тұрады. Бункер ыдыс үстіне орнатылған тиеу воронкасы сақтандырғыш тормен (8) жабдықталған. Ыдыстың герметизациясы рычаг (10) көмегімен тығын конусы (9) арқылы қамтамасыз етіледі. Ыдыстың төменгі бөлігінде қалқа (15), үрлеме құбырша (16) және кескіш-кран (17) орналасады.

Бункер ыдыста жабдықтаушы кран (2) және үрлеме крандары (1) бар коллектор (3), шектік қысым клапаны (11), манометр (6) және шектік қысым краны (5) орналастырылған. Бункер ыдыс арба шассиіне қысқыштармен (12) бекітілген баған (13) арқылы орнатылады. Оқтау кезінде жарылғыш заттарды

ылғалдау үшін қондырғы су берілетін құралмен (18) жабдықталған.

ЗДУ-50 қондырғысы келесі тәртіппен жұмыс істейді. Оқтауыш машинаның ыдысына сығылғын ауа шланга, коллектор және аэрациялы қалқа арқылы түседі. Жарылғыш зат қалқа арқылы өткенде ауамен біртегіс араласып, үрлеме құбыр (16) және кран (17) арқылы ұнғымаға беріледі. Ыдыстың ішіндегі қысым манометр (6) арқылы бақыланады. Қысым 0,6 МПа-дан асқанда, шектік қысым клапаны (11) арқылы сыртқа үрленіп отырады.

Жұмысқа дайын қондырғыны қосу үшін бункер ыдыстың үрлеме краны (1) мен жабдықтаушы кранын (2) ашады. Сол уақытта оқтаушы құбыр сығылған ауамен үрленеді, ал ыдыста жұмысшы қысым пайда болады. Содан кейін ЖЗ қоспасын беретін кран (17), су беретін кран (18) ашылады, ал (1) кран арқылы қысым реттеледі.

Қондырғыны сөндірген кезде қоспаны беретін кран (17) мен (2) кран жабылады, ал үрлеме краны (1) толық ашылады. Толық үрленіп болғаннан кейін үрлеме кранын (1) жауып, ыдыстағы ауаны сыртқа шығару үшін (11) кран ашылады.

Шпурларды оқтап болғаннан соң шпурдың қалған бос қуысын тығындайды. Шпурларды тығындауға тығын ретінде құмды сазды (арақатынасы 1:3) тығын, ылғал құм, су толтырылған ампулалар және т.б. қолданылады. Құмды-сазды тығынды алдын ала жеткілікті қылып жасап алады да, шпурды оқтар алдында забойға алып келеді. Мұндай тығындарды қолдық ПР-1 немесе механикаландырылған ППМ-90, өнімділігі 1-1,2 м/мин, тығын жасағыш құралдармен жасайды.

Шпурларды ылғал құммен тығындағанда арнайы пневмотығындағыш машинасын қолдану, бұл жұмысты қолмен атқарғаннан 1,5-2 есе жылдам жасауға мүмкіндік тудырады.

Тығын ретінде су немесе инертті материалдар қосылған су ерітіндісін қолдануды гидрозабойка (гидротығын) деп атайды.

Бұл әдісті қолданғанда жарылыс әсері едәуір жақсарады және шаң мен газдардың жарылу қауіпі бар тау-кен кешендерінде аттыру жұмыстарының қауіпсіздігі артады [5, 8].

Гидротығынының ең көп тараған түрі өздігінен жабылатын клапаны бар пластик ампулаға толтырылған су. Су құйылған ампуланың сыртқы диаметрі, шпурларды бұрғытәж диаметрі 42–43 мм бұрғымен бұрғылағанда, 37–38 мм болады. Полиэтилен ампуланың қалыңдығы 0,8–0,2 мм, ал ұзындығы 300–400 мм болады.

Шпурды гидротығынмен тығындаған жағдайда соңғы ампула – тығынды орнатқаннан кейін шпурға ұзындығы 15 см-ден көп, құмды-сазды тығынмен бірге бекітеді. Бұл тығын жарылыс кезінде тығындарды бекемдейтін функцияны атқарады.

Шпурларды оқтап және тығындап болғаннан соң, бұл жұмыстарға қатысқан жұмыскерлер қауіпсіз жерге шығарылады, ал аттырушы шпурларды аттыру тізбегін құрастыруға кіріседі.

1-мысал. Қазбаның көлденең қимасының ауданы $S_{ж}=7,56 \text{ м}^2$; ұзындығы $L=600 \text{ м}$; ені $B=3 \text{ м}$; биіктігі $H=2,75 \text{ м}$; қазбаны салу мерзімі $t_m=5$ ай; шпурдың диаметрі $d=42 \text{ мм}$; таужынысының бекемдік коэффициенті $f=14 \div 15$. Бұрғылап-аттыру жұмыстарының жобасын құрастырамыз [18].

Шешімі. 1. Негізгі жарылғыш зат ретінде гранулит АС-8В, оталдырғыш-оқшан (патрон-боевик) үшін детонит М қабылдаймыз. Гранулит АС-8В-ның жұмыс істеуге қабілеттілігі $p_{вв}=360-380 \text{ см}^3$, ал детониттікі $p_{вв}=460-500 \text{ см}^3$.

2. АС-8В жарылғыш затының меншікті шығынын анықтаймыз. Анықтама мәліметтері бойынша көлденең қимасының ауданы $S_{ж}=5 \div 6,5 \text{ м}^2$ және $f=13 \div 14$ болғанда $q=3 \text{ кг/м}^3$, ал $f=18 \div 15$ болғанда $q=3,5 \text{ кг/м}^3$. Эталлонды жарылғыш үшін $q=3,2 \text{ кг/м}^3$ деп қабылдаймыз. Қазбаның көлденең қимасының ауданы $S_{ж} > 6,5 \text{ м}^2$ екенін ескерсек, онда түзету коэффициенті $k=0,85$ арқылы $q=3,2 \cdot 0,85=2,7 \text{ кг/м}^3$. Гранулит АС-8В жұмыс істеуге қабілеттігі аммонит 6ЖВ бірдей болуына байланысты $q=2,7 \text{ кг/м}^3$ деп қабылдаймыз.

3. Шпур тереңдігін (6.17) формуланы қолданып анықтаймыз. Ол үшін $n_{см}=3$, $n_{ц}=1$, $\eta=0,85$ деп қабылдаймыз. Сонда:

$$l_{\phi} = \frac{L}{(25t_i \ddot{i}_{ni} \ddot{i}_{\phi} \eta)} = \frac{600}{(25 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 0,87)} = 1,85 \text{ м.}$$

Енбе ұзындығы: $l_{ait} = l_{\phi} \eta = 1,85 \cdot 0,87 = 1,6 \text{ м.}$

4. (6.14) формуланы пайдаланып, шпурлардың санын анықтаймыз. $K=0,75$, $\Delta=1000 \text{ кг/м}^3$ болғанда:

$$N = \frac{1,27q \cdot S_{\omega}}{(\Delta \cdot d^2 K)} = \frac{1,27 \cdot 2,7 \cdot 7,56}{(1000 \cdot 0,042^2 \cdot 0,75)} = 20 \text{ дана.}$$

Шпурлардың нақты санын забойға орналастырғаннан кейін қабылдаймыз.

5. Қазбаны өту жағдайына байланысты, қосымша (компенсациялы) шпурларды пайдаланып, тура үңгіме әдісін қолданамыз. Қосымша шпурлардың санын (6.15) формула арқылы анықтаймыз:

$$N_0 = (\eta l_{\phi} / \dot{A})^3 / V_0 = (0,87 \cdot 185 / 9,35)^3 / 2560 = 2 \text{ дана;}$$

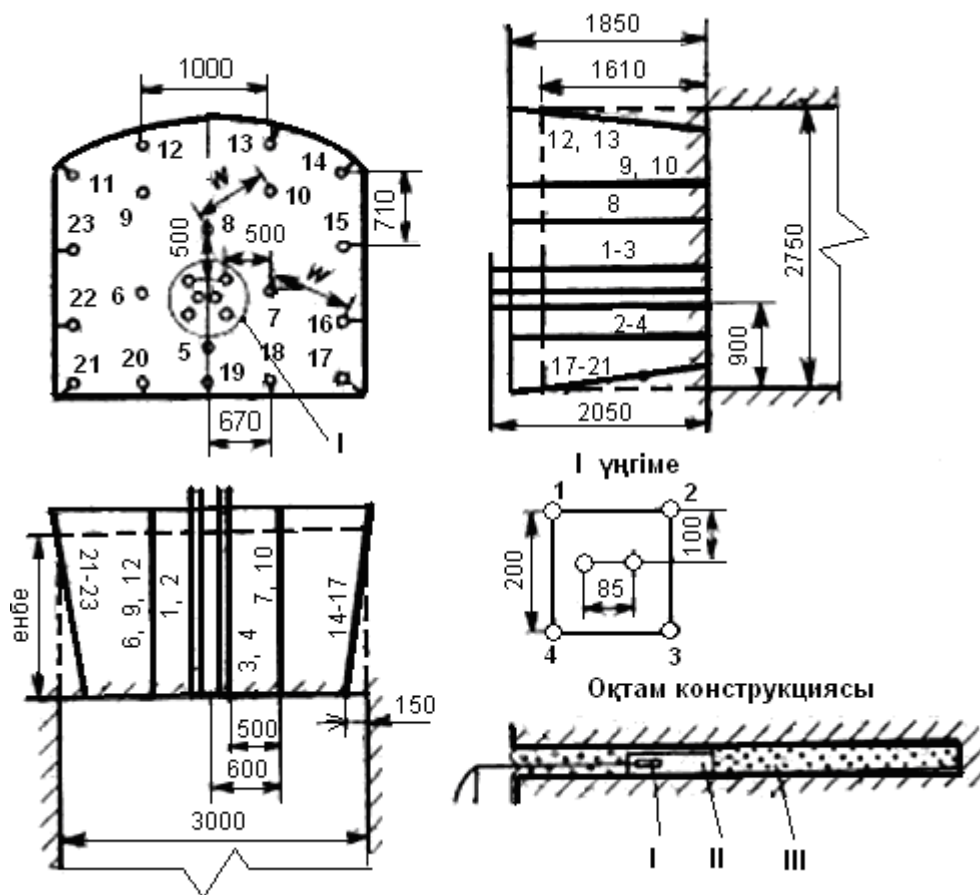
$$\text{мұндағы } V_0 = \frac{\pi d^2 l_{\phi}}{4} = \frac{3,14 \cdot 4,2^2 \cdot 185}{4} = 2560 \text{ см}^3.$$

Анықталған мәліметтерге байланысты 6 шпурдан тұратын призмалық тура үңгімені қабылдаймыз (олардың екеуі қосымша). Оқталмайтын және оқталатын шпурлардың арақашықтығы $a = 2,5 \cdot d = 100 \text{ мм}$; оқталатын шпурлардың арақашықтығы $b = 5 \cdot d = 200 \text{ мм}$; оқталмайтын шпурлардың арақашықтығы $h = 2 \cdot d = 85 \text{ мм}$.

Көмекші шпурларын (6.10-сурет, № 5–8) үңгімеден қысқа қарысу сызығының қашықтығында орналастырамыз (6.6-кесте). Жиіктеуші және бұзу шпурларының арасындағы қысқа қарысу сызығын келесі формуланы қолданып анықтауға болады. Ол үшін оқтамдардың жақындасу коэффициентін $m=1$ деп қабылдасақ:

$$W = [p / (qm)]^{1/2} = [1,38 / (2,7 \cdot 1)]^{1/2} = 0,71 \text{ м};$$

мұндағы p – 1 м шпурдың сыйымдылығы, $\pi d^2 \Delta / 4 = 3,14 \cdot 0,042^2 \cdot 1000 / 4 = 1,38$ кг/м. Онда $a_0 = mW = 0,71$ м.



6.10-сурет. Шпурлардың қазба забойында орналасу сұлбасы:

I – гранулит АС-8В; II – детонит М; III – қысқа кідіретін электрдүмпиткіш

Қазбаның пішіні мен жұмыс жағдайларын ескере отырып, жиектеуші шпурларды: қазба табанындағы шпурлардың арақашықтығын 0,67 м, бүйір шпурларының арақашықтығын 0,7 м, күмбез шпурларының арақашықтығын 0,9 және 1 м тәртіппен орналастырамыз.

Нақты орналасуы бойынша жалпы оқталатын шпурлардың саны $N_{\phi} = 23$ дана (6.10-сурет), оның ішінде 4 шпур (№ 1–4) үңгіме, 4 шпур (№ 5–8) көмекші, 2 шпур (№ 9–10) бұзу және 13 шпур (№ 11–23) жиектеу. Жиектеуші шпурлар қазба жиегінен 0,15 м қашықтықта ішке бұрғыланады. Жиектеу шпурларының таужынысының ішіндегі басы, болашақ қазбаның жиегінен 5–7 см артық шықпауы тиіс.

6. Шпурлар ұзындығының жиынтығын $L_{ш}$ анықтаймыз. Үңгіме шпурлардың ұзындығы $l_a = 6(l_{\phi} + 0,2) = 6(1,85 + 0,2) = 12,3$ м (мұндағы 0,2 – үңгіме шпурларын ұзарту коэффициенті). Көмекші және бұзу шпурларының ұзындығы $l_0 = 6 \cdot 1,85 = 11,1$ м. Жиектеу шпурларының ұзындығы $l_{ie} = 13(l_{\phi} / \sin 85^{\circ}) = 13(1,85 / 0,99) = 24,6$ м. Барлық шпурлардың ұзындығының жиынтығы:

$$L_{\phi} = 12,3 + 11,1 + 24,6 = 48 \text{ м.}$$

7. Жарылғыш заттың талап етілетін шығынын анықтаймыз:

$$Q = V \cdot q = S_{\text{с}} \cdot l_{\phi} \cdot q = 7,56 \cdot 1,85 \cdot 2,7 = 37,8 \text{ кг.}$$

8. Бір шпурдағы оқтамның орташа массасы:

$$q_c = \frac{Q}{N_{\phi}} = \frac{37,8}{23} = 1,64 \text{ кг.}$$

Үңгіме шпурлардағы оқтамның массасын 20% артық қабылдаймыз, яғни $q_b = 2$ кг. Оның 1,8 кг – гранулит, ал 0,2 кг детонит. Көмекші және бұзу шпурларындағы оқтамның массасы $q_0 = 1,6$ кг, жиектеу шпурларының оқтамының массасы, күмбез жағында $q_{\text{ок}} = 0,8$ кг, табанында $q_{\text{ок}} = 1,8$ кг, бүйірлерінде $q_{\text{ок}} = 1,6$ кг.

Әрбір шпурдағы оқтамда массасы 0,2 кг детонит М оталдырғыш оқшаны орналасады. Ал қалған массаны гранулит АС-8В құрайды.

9. Жарылғыш заттың нақты шығыны:

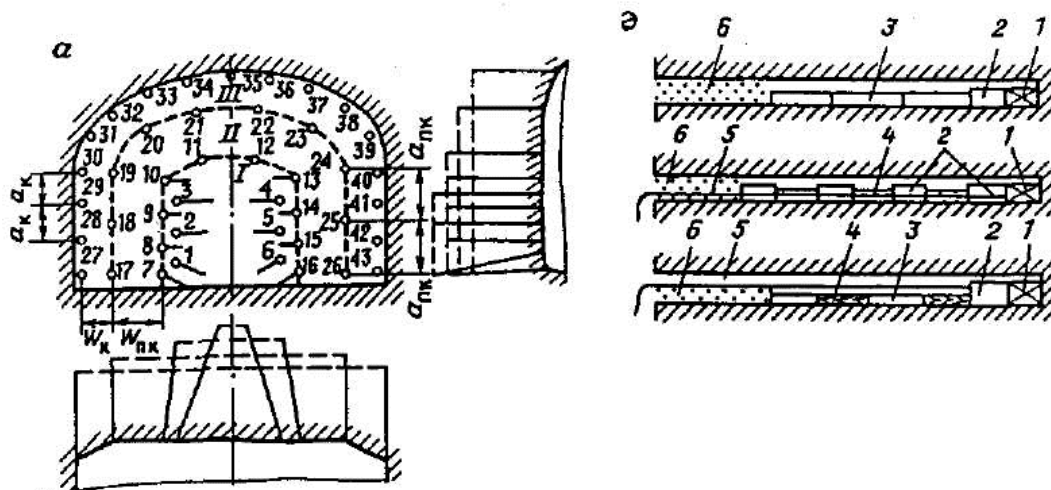
$$Q_{\phi} = (4 \cdot 1,8 + 6 \cdot 1,4 + 4 \cdot 1,1 + 5 \cdot 1,6 + 4 \cdot 1,4) + 23 \cdot 0,2 = 38,2 \text{ кг.}$$

6.2.2. Қазбаны жиектеп аттырып-қопару

Қазбаны бұрғылап-аттыру әдісін қолдана отырып қазғанда оның көлденең қимасының нақты аттырып-қопару салдарынын пайда болған ауданы көп жағдайда оның жобаланған мөлшерінен артық болады және қазбаның жиектері тегіс болмайды. Қазбаның төбесінде ілікпетастар пайда болады және қазбаның жоспарлы жиектерінің сыртқы таужынысының массивінде көптеген жарықшақтар тарайды. Жарылыс салдарынан қазбада опырылған таужыныстарының көлемі жоспарлы көлемнен 10-20% артық болады. Бұл жағдай жоспардан тыс қопарылғын таужыныстарын тиеспасымалдау жұмыстарының көлемін ұлғайтады және қазбаның бекітпесі жоба бойынша орнатылатындықтан, бекітпенің сыртқы бетімен таужынысы массивінің бұзылмаған қабатының арасын тығындауға мәжбүр етеді. Бұл жұмыстар да жоспардан тыс жұмыс, әрі қосымша материалдарды талап етеді. Мысалы, қазба бетон бекітпемен бекітілетін болса, онда бетонның меншікті шығыны күрт өседі. Осындай факторлар қазбаны салудың өзіндік құнын қымбаттатады және жалпы техникалық-экономикалық көрсеткіштерін төмендетеді [3, 5, 8].

Бұрғылап-аттыру әдісімен қазба өту кезінде жоспардан тыс таужынысы массивінің бұзылуын және оның қазба қимасынан тыс қабатқа әсерін азайту үшін қазбаны жиектеуші жарылыс әдісін қолданады.

Бұл әдістің ерекшелігі, жарылыс қуатын азайту және жиектеуші шпурларды забойда тиімді орналастыруда (6.11-сурет).



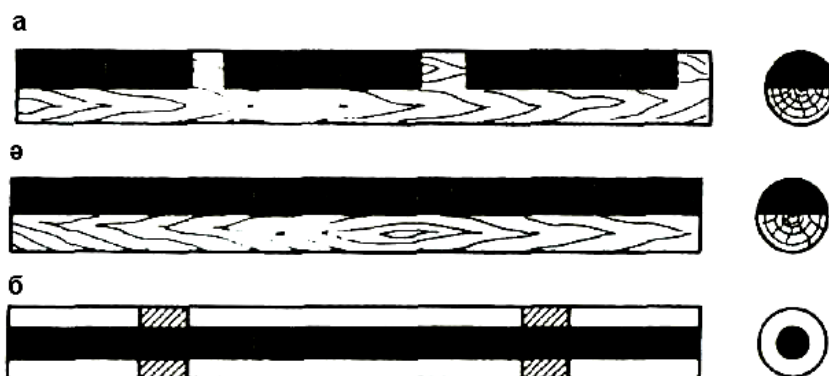
6.11-сурет. Жиектеу жарылысы кезіндегі шпурлардың орналасу үлгісі:

a – жалпы үлгі; б – оқтам құрылымы; I – ядро; II – контурға (жиекке) жақын аймақ; III – жиектік аймақ; 1-әдеттегі диаметрлі оталдырғыш-оқшан; 2-әдеттегі диаметрлі оқшан; 3-диаметрі кішірейтілген оқшан; 4-кеспек ағаш (вкладыш); 5-от пілте; 6-тығын; 1 ÷ 43-шпурлардың нөмірлері

Шпурдың 1 м-не келетін жарылыстың қуатының шоғырлануын азайту үшін оқшандардың диаметрі кіші (21–24 мм) жұмыс қабілеттілігі жоғары (360–450 см³) жарылғыш заттар немесе оқшандарының диаметрі әдеттегідей (32–34 мм), жұмыс қабілеттілігі төмен (262–300 см³) ЖЗ-тар қолданылады. Кейде осы әдістердің құрамды үлгісін де пайдаланады.

Сонымен қатар оқтамдардың құрылымы мен параметрлерін, олардың өзара арақашықтығын және оларды аттыру кезектерін өзгерту арқылы да жиектеуші жарылыстың көрсеткіштерін өзертуге болады (6.12-сурет). Жиектеуші жарылыс үшін қолданылатын оқтамдардың құрылымдары қазба жүргізудің нақты жағдайына байланысты таңдалып алынады. Жарылыс әсерін жоғарылату үшін саңлаулары радиальді, осьтік және радиальді-осьтік оқтам құрылымдары қолданылады. Шпурдың диаметрі мен оқшан арасындағы саңылаудың ұлғайуына байланысты жарылыс газдарының шпурдың қабырғасына түсіретін қысымының шамасы азаяды [5, 8].

Жарылысқа оқшанының диаметрі кіші ЖЗ-тар қолданғанда оқтамның радиалды саңылауы бар құрылымы, ал ЖЗ-тың оқшандарының диаметрлері 32–36 мм болса, онда осьтік саңылауы бар оқтам құрылымы қолданылады. Егер жарылғыш заттардың жұмыс істеу қабілеті жоғары, бірақ оқшанының диаметрі кішкентай болған жағдайда, оқтамдар құрылымы радиалды-осьтік болады.



6.12-сурет. Жиектеуші жарылыс оқтамдарының конструкциялары:
a – ыдыратынды; *ә* - біртегіс; *б* - құбырлы

Бұрғылап-аттыру жұмыстарының параметрлерін есептеу қазбаның жиегінен ядросына қарай жүргізіледі [3].

1 м³ таужынысын бұзу үшін жұмсалатын жиектеуші және жиекке жақын маңайдағы шпурларда аттырылатын жарылғыш заттардың мөлшерін:

$$q_{жк} = 0,15 \sqrt{f \left[\sqrt{0,2f} + \frac{1}{B} \right]} E \cdot K_{p_{аз}}, \text{ кг/м}^3 \quad (6.18)$$

формуласын қолданып табуға болады. Мұндағы B – қазбаның жиектеуші шпурлар орналасқан периметрі (қазбаның табанының енін қоспағандағы), м;

$E = \frac{525}{A_{аз}}$ – жарылғыш заттың жұмыс істеуге қабілетілік коэффициенті;

$A_{аз}$ – жарылғыш заттың жұмыс істеуге қабілеттілігі, см³;

$K_{p_{аз}}$ – ЖЗ-тың шығынының өсуінің коэффициенті, жиектеуші шпурлар үшін $K_{p_{аз}}=1,0$, жиек маңайында және қазбаның төменгі бұрыштарында орналасқан шпурлар үшін $K_{p_{аз}}=1,2$.

Жиектеу аймағындағы қысқа қарысу сызығы (6.7-сурет):

$$W_{жк} = \sqrt{K_{и.м.} \cdot m_3 \cdot (q_k \chi)}, \text{ м} \quad (6.19)$$

формуласы арқылы анықталады.

Жиектеуші шпурлардың өзара қашықтығы:

$$A_{жк} = \sqrt{K_{и.м.} m_3 \chi / q_k}, \text{ м;} \quad (6.20)$$

мұндағы $K_{и.м.}$ – жиектеуші шпурлардың толу коэффициенті (0,6–0,7);

m_3 – жиектеуші шпурлардағы 1 м оқтамның массасы, кг/м;

$$m_3 = \frac{\pi d^2 n \Delta}{4}, \text{ кг/м;}$$

χ – шпурлардың қатарда өзара жақын орналасуын ескеретін коэффициент оның шамасы:

$$\chi = a_{жк} / W_{жк}.$$

Жиекке жақын аймақтағы (6.11-сурет, II) шпурлардың өзара жақын орналасуының $a_{жк.а.}$ және олардың қысқа қарысу сызығының ($W_{жк.а.}$) шамалары да жоғарыда келтірілген формула арқылы анықталады. Егер жиекке жақын

аймақтың (II) ені $W_{ж.м.}$ -нің мәнінен 1,5 есе артық болса, онда ол аймақта шпурлардың екінші қатары бұрғыланады.

Жиектеуші және жиекке жақын аймақтағы шпурлардың өзара қашықтығын жиектеуші аймақтағы ең аз кедергі сызығының ($W_{ж.}$) мәніне тең қылып алады.

Жиектеуші және жиекке жақын аймақтағы шпурлардың әр қатардағы санын сызба арқылы немесе жоғарыда келтірілген формулаларды қолдана отырып анықтауға болады.

Қазбаның ядросында (6.11-сурет, I) орналасатын шпурлардың саны $n_{я}$ және оларды аттыруға жұмсалатын жарылғыш заттардың шығынын ($q_{я}$):

$$q_{я} = \frac{3q_{ж.} \cdot \ell_3}{\sqrt{S_{я}}}, \text{ кг/м}^3; \quad (6.21)$$

$$n_{я} = \frac{1,27q_{я} \cdot S_{я}}{\Delta d_n^2 K_{и.м.}} \quad (6.22)$$

формулаларын қолдана отырып анықтауға болады. Мұндағы ℓ_3 – енбе (заходка) ұзындығы, м;

$S_{я}$ – қазбаның ядросының көлденең қимасының ауданы, м²;

$K_{и.м.} = 0,3 \div 0,5$.

Қазбадағы шпурлардың жалпы саны:

$$n_{и} = n_{и} + n_{ж.а} + n_{я}. \quad (6.23)$$

Қазбаның көлденең қимасын сапалы жиектеу үшін оны алдын ала жиектеу әдістері де қолданылады. Бұл жағдайда жиектеуші шпурлар өзара қашықтығын шпурдың 4–6 диаметрінің шамасындай қылып алып бұрғылайды да, алма-кезек (бір шпур оқталады, ал келесісі оқталмайды) оқталады және олар бірінші кезекте аттырылады. Жарылыс кезінде оқталмаған теңестіруші шпурлар қазбаның периметрі бойына саңылау пайда болуын қамтамасыз етеді. Қазбаның жиегінде пайда болған саңылау кеңістігі бұзу және үңгіме шпурлардың жарылыс қуатын әсерлі пайдалануға мүмкіндік береді.

6.2.3. Жарылыс кезінде оқтамдарды қысқа кідіртіп аттыру

Жерасты қазбаларын өту кезінде жарылғыш зат оқтамдарын қысқа кідіртіп аттыру, лезде аттыруға қарағанда, өнімді болып келеді. Әсіресе, бұл әдісті газ бен шаңға қауіпті шахталарда қолданған тиімді. Себебі кенді қопару үшін әртүрлі аттыру тәсілдерін қолданудың қажеті жоқ. Жарылыс кезіндегі өнеркәсіп қауіпсіздігінің талаптары бойынша көмір немесе аралас забойларда жарылыс жұмыстарын жүргізгенде, IV кластағы ЖЗ қолданылса, кідіру уақытын 220 мс, ал V–VI кластағы ЖЗ қолданылса, 320 мс дейін қабылдауға болады. Газ бен шаңға қауіпті шахталарда қысқа кідіртіп аттыру әдісін қолданудың қауіпсіз екендігін былай түсіндіруге болады. Кідіру уақытының арасында забойдағы метан мен шаңның концентрациясы аз мөлшерде өзгеруі мүмкін. Сонымен қатар, бұл уақыт ішінде массив көлемді жылжуға

ұшырамайды, ал бұл өз кезегінде ашық оқтам жарылыстарының болуына мүмкіндік бермейді [5, 8].

Сонымен қатар, бұл әдіс жарылыс қуатын тиімді пайдалануға, таужыныстарының кернеулі жағдайда ұзақ уақыт тұрып, жақсы ұсақталуына, сейсмикалық әсердің аздығына, қазбаны жақсы жиектеуіне және шпурды пайдалану коэффициентін 10–15% жоғарылатуына байланысты бұрғылау жұмыстарының көлемі мен жарылғыш зат шығынын 10–20% азайтады.

Жарылғыш зат оқтамдарын қысқа кідіртіп аттырғанда үңгіме шпурлар мен басқа забойлық шпурлар арасындағы тиімді кідіру уақыты 50–75 мс, ал бұзу шпурлары мен жиектеуші шпурлар арасындағы тиімді кідіру уақыты 15–25 мс құрайды. Үңгіме шпурлар мен басқа шпурлар арасындағы кідіру уақытының ұзақтығы мынаған байланысты. Үңгіме шпурлары ашық кеңістігі тек бір жағында болатын таужыныстарын қопаруы қажет. Сондықтан ол, сол кідіру уақытының ішінде басқа забойлық шпурларға ашық кеңістікті үлкейтіп беруі қажет.

Меншікті шығыны үлкен жарылғыш заттарды қысқа кідіртіп аттырғанда, таужыныстарының қазба осы бойынша меншікті лақтырысы пайда болады. Соның салдарынан қазбаның бекітпесі мен басқада жабдықтар бұзылысқа ұшырауы мүмкін. Соған байланысты оқтамдарда қысқа кідіртіп аттыру әдісін қолданғанда, жарылғыш заттың меншікті шығынын 10–15% азайтып алу керек. Қысқа кідіртіп аттырудың нақты соңғы параметрлері сынақ жарылысынан кейін қабылданады.

6.3. Шахта оқпандарын қазу кезіндегі жарылыс жұмыстары

Тік қазбаларды, яғни оқпандарды бекемдігі орташа және қатты таужыныстарының массивінде салғанда, қазбаны өту үшін бұрғылап-аттыру әдісін қолданады. Бұрғылап-аттыру жұмыстарына қазба жүргізу циклінің уақытының 20-25%-ы жұмсалады. Оқпан құрылысын өту кезінде бұрғылап-аттыру жұмыстарының маңызы өте зор. Бұрғылап-аттыру жұмыстарының құрамына шпурларды бұрғылау, оқтау және оларды аттыру операциялары кіреді. Бұрғылап-аттыру жұмыстары мынадай талаптарға сай болуға тиіс: қазбадағы таужыныстары мейлінше уақ және біркелкі етіп, бұрғыланған шпурлардың тереңдігін толық пайдалана отырып, уатуы керек; яғни шпурлардың пайдалану коэффициентінің мәні ең жоғарғы шамада болуға және забойдағы таужыныстарын қосымша қолмен бұзу қажеттегін болдырмауға тиіс; жарылыс нәтижесінде оқпанның көлденең қимасының контуры (жиектері) жоспарланған пішінде және өлшемдері мейлінше дәл болуы керек; жарылыс кезінде таужынысы кесектері алысқа ұшып, оқпандағы жабдықтар мен бекітпелерге зақым келтірмеу тиіс және т.с.с [6, 7].

Бұрғылап-аттыру жұмыстарының параметрлерін асқан дәлдікпен таңдап алу мүмкін емес, сондықтан да іс жүзінде жарылыс жұмыстарының параметрлерін эмпирикалық формуларды қолдану арқылы есептеп шығарады да, өндірістік сынақтардан кейін оларға кейбір өзгерістер кіргізеді. Осы есептеулердің негізінде бұрғылап-аттыру жұмыстарының параметрлерін,

жүргізу уақытын және тәртібін анықтап, құжатын жасайды. Бұрғылап-аттыру жұмыстары осы құжаттың негізінде орындалады. Бұрғылап-аттыру жұмыстарының құжатының мазмұны қауіпсіздік талаптарының қағидаларына сәйкес болуға тиісті [6, 7, 19].

Оқпандарды өтуде шпурларды бұрғылауға бұрғы перфораторлары және бұрғы қондырғылары қолданылады (6.8-кесте).

Бір мезгілде жұмыс жасайтын перфораторлар санын төмендегідей анықтауға болады:

$$n = S_c / S_{к.а}; \quad (6.24)$$

мұндағы S_c – оқпанның сыртқы көлденең қима ауданы, m^2 ;

$S_{к.а}$ – бір перфораторға келетін забойдың ауданы, m^2 .

6.8-кесте

Пневматикалық тасымалды перфораторлардың техникалық сипаттамалары

Көрсеткіштер	ПП35В	ПП54В	ПП63В
Соққы қуаты, Дж	35	54	63
Соғу жиілігі, $мин^{-1}$	2300	2300	1800
Ауаның шығыны, $m^3/мин$	2,8	3,5	3,5
Салмағы, кг	24	30,5	33,0

Егерде оқпанның көлденең қима ауданы едәуір үлкен болса ($S_c > 20 m^2$), БУКС-1м немесе БУКС-1у2 типті бұрғы қондырғыларын қолдануға болады. БУКС-1м қондырғысы төрт БГА-1м бұрғылау машиналарымен жабдықталған және бекемдігі $f=14-16$ таужыныстарын бұрғылауға арналған. БУКС-1у2 қондырғысында екі ПК-75 перфораторы қолданылады және олармен бекемдігі $f=20$ дейінгі таужыныстарын бұрғылауға болады.

БУКС түріндегі бұрғы қондырғыларының техникалық сипаттамалары 6.9-кестеде көрсетілген.

6.9-кесте

БУКС типтегі бұрғы қондырғыларының техникалық сипаттамалары

Көрсеткіштері	БУКС-1м	БУКС-1у2
Оқпанның ішкі диаметрі, м	5,5–9	4–9
Бұрғылау машиналарының саны, дана	4	2
Шпурларды бұрғылау тереңдігі, м	4,2	4,4
Итеру күші, кН	10,8	8,8
100 м шпурды тазалаудағы су шығыны, m^3	1	1
Пневмомашиналардың мүмкін болатын бұрғылау бұрышы, град	10	20
Шпурлардың арақашықтығы, мм	800	600–800
Қондырғы көлігінің биіктігі, м	10,3	9,2
Салмағы, т	10,2	6,4

БУКС-1м қондырғысы, қазбалық диаметрі 5,5–9 м дейінгі оқпандарды қазуға арналған бұрғы қондырғысы. Оны қолданып бір орында тұрып, 12-18 шпурды бұрғылауға болады. Бұрғылау қондырғысы шпурларды бұрғылаған

кезде КС типті тиегіш машинасының тельферіне ілініп жұмыс атқарады [19].

БУКС типтегі бұрғы қондырғыларының бұрғылау өнімділігін:

$$Q = \frac{60 \cdot \varphi \cdot n \cdot k_n \cdot V_{\sigma}}{1 + V_{\sigma} \cdot \sum t_k}, \text{ м/сағ} \quad (6.25)$$

формуласы бойынша анықтауға болады. Мұндағы φ – бұрғылау машиналарының бір мезгілдегі жұмысын ескеретін коэффициент ($\varphi=0,7-0,8$);

n – қондырғылардағы бұрғылау машинасының саны;

k_n – қондырғының дайындығын ескеретін коэффициент, ($k_n=0,8-0,9$);

V_{σ} – бұрғылау жылдамдығы, м/мин;

f	6	7–9	10–14	15–20
V_{σ} , м/мин	0,8–1,14	0,7–0,8	0,5–0,7	0,4–0,45

$\sum t_k$ – 1 м шпурды бұрғылағандағы көмекші жұмыстарға жұмсалатын қосымша уақыт, ($\sum t_k = 2-3$ мин).

Шпурдың диаметрі (бұрғыбастың) бұрғылау машинасының қуатына, жарылғыш заттардың түріне, оқшан диаметріне және таужыныстарының физикалық-механикалық қасиеттеріне байланысты.

Тік қазбаларды аттыруға қолданылатын ЖЗ оқтамдарының диаметрі 32–45 мм аралығында болады. Шпурдың диаметрі ЖЗ оқшанының диаметрінен 4–6 мм үлкен болуы тиіс (6.10-кесте).

6.10-кесте

Шпурлар мен ЖЗ оқшандары диаметрлерінің рационалды қатынасы

ЖЗ оқшандарының диаметрі, мм	Бұрғытәж диаметрі, мм			
	Айналмалы бұрғылау	Сокпа-айналмалы бұрғылау		
		f>8	f=8–14	f=14–20
32	37	39	38	37
36	42	42	44	44
40	46	46	48	50
45	54	52	52	54

Шпурлардың тереңдігі таужыныстарының бекемдігіне және бұрғылау машиналарының түріне байланысты анықталады. Жалпы шпурлардың тереңдігі 1,5–3,5 м аралығында болады. Тік қазбаны өтуде көп жағдайларда шпурлардың тереңдігі 2–2,5 м болады.

6.3.1. Жарылғыш заттарды және қоздыру құралдарын таңдау

Жарылғыш заттың түрі таужыныстарының физикалық-механикалық қасиеттеріне байланысты таңдалады [6, 7, 19].

Тік қазбаларды қазғанда негізінен оқшандалған және түйіршіктелген ЖЗ қолданылады. Соның ішінде дүмпіткіш пілтені (детонирующий шнур) және жұмыс істеуге қабілеттілігі жоғары жарылғыш заттарды пайдаланған тиімді.

Таужыныстарының бекемдігіне байланысты ұсынылатын ЖЗ-тардың жұмыс істеуге қабілеттілігі төмендегідей:

Таужыныстарының бекемдігі, f	1–3	3–6	6–10	10–20
ЖЗ-тың жұмыс істеуге қабілеттілігі, см ³	260	260–320	320–400	400–600

Оқшандалған ЖЗ-тар қолмен, ал түйіршіктелген ЖЗ-тар механикаландырылған тәсілдермен оқталады. Тік қазбаларды өтуде шпурларды қолмен оқтағанда негізінен №1 скальдық аммонитті және детонит М ЖЗ-тарын қолдануға болады. Ал шпурлар механикаландырылған тәсілмен оқталатын болса түйіршіктелген гранулит АС-4В және АС-8В ЖЗ-тары қолданылады. Бірқатар ЖЗ-тардың негізгі сипаттамалары төмендегі 6.11-кестеде берілген.

6.11-кесте

Бірқатар ЖЗ-дың негізгі сипаттамалары

ЖЗ түрлері	Суға тұрақтылығы	Жұмыс қабілеттілігі, см ³	Тығыздығы, г/см ³	Оқшанның параметрлері		
				Диаметрі, мм	Ұзындығы, мм	Массасы, г
№1 скальды аммонит	Тұрақты	450	1,43–1,58	36, 45		
№6 ЖВ аммонит	Орташа	360	1,0–1,2	32, 36		
М детонит	Тұрақты	460	1,0–1,3	28, 32, 36		
АС-8 гранулиті	Тұрақсыз	410	0,97	Түйіршікті		
АС-4 гранулиті	Тұрақсыз	400	0,99	Түйіршікті		
М гранулиті	Тұрақсыз	320	0,8	Түйіршікті		
79/21 граммониті	Тұрақсыз	360	0,9	Түйіршікті		
Игданит	Тұрақсыз	320	1,0	Түйіршікті		

Қоздырғыш құрал ретінде кідіру аралығы 15–125 мс қысқа кідіретін ЭДКЗ электрдүмпіткіштерін қолдануға болады.

6.3.2. Жарылғыш заттардың шығыны

Забойдағы ЖЗ оқтамдарын аттырғанда оқпан жиегінің ішіндегі таужыныстары уатылып, бұзылады. Таужыныстарының уатылу сапасы аттырылатын ЖЗ-тардың мөлшеріне байланысты. Егерде ЖЗ жеткіліксіз болса шпурларды пайдалану коэффициенті (η) аз болады да, таужыныстары ірі кесек болып бұзылады, қазбаның жиегі тегіс болмайды. Ал егерде ЖЗ-тар мөлшері көп болса таужыныстары ұсақ болып бұзылады, қазбаның қабырғаларында жарықшақтар пайда болады [6, 7, 19].

ЖЗ-тардың бір циклге жұмсалатын жалпы шығыны:

$$Q = V \cdot q = S_{np} \cdot l_u \cdot \eta \cdot q, \text{ кг} \quad (6.26)$$

формуласымен анықталады. Мұндағы V – бір циклдегі бұзылатын таужыныстарының көлемі, м³;

q – ЖЗ-тың меншікті шығыны, кг/м³;

S_{np} – оқпанды өтудегі көлденең қимасының ауданы, м²;

$l_{ш}$ – шпурдың тереңдігі, м.

η – шпурды пайдалану коэффициенті.

Шпурларды пайдалану коэффициентін таужыныстарының бекемдігіне байланысты 6.12-кесте бойынша қабылдауға болады.

6.12-кесте

Шпурларды пайдалану коэффициенті (КИШ)

Шпурлардың тереңдігі, $l_{ш}$, м	Таужыныстарының бекемділігіне байланысты шпурларды пайдалану коэффициенті (η)					
	f=6-8	f=8-10	f=10-12	f=12-14	f=14-16	f=16-20
1,5	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,85
2,0	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,8
3,0	0,86	0,84	0,82	0,8	0,78	0,75

ЖЗ-тың меншікті шығыны таужыныстарының бұзылу сапасына, қазба қабырғаларының тұрақтылығына, бекітпенің бұзылмауына және қазбаның бір циклде жылжуына әсер етеді.

ЖЗ меншікті шығыны таужыныстарының физикалық-механикалық қасиеттеріне, қазбаның көлденең қима ауданына, шпурлардың диаметрі мен тереңдігіне және олардың забойда орналасу түріне байланысты (6.13-кесте).

6.13-кесте

ЖЗ-тардың меншікті шығыны, q , кг/м³

Қазба қимасының ауданы, м ²	ЖЗ меншікті шығыны, кг/м ³ М.М. Протодьяконов шкаласы бойынша бекемдік коэффициенті						
	1,5	2-3	4-6	7-9	10-14	15-18	19-20
	ЖЗ оқшандарының диаметрі, 32-36 мм						
10-20	1,24	1,7	2,0	2,35	2,8	3,3	3,65
20-40	0,91	1,15	1,4	1,75	2,2	2,7	3,05
>40	0,53	0,9	1,2	1,5	1,95	2,45	2,75
	ЖЗ оқшандарының диаметрі, 40-45 мм						
10-20	1,0	1,36	1,6	1,88	2,24	2,64	2,92
20-40	0,73	0,92	1,12	1,4	1,76	2,16	2,44
>40	0,42	0,72	0,96	1,2	1,56	1,96	2,2

6.3.3. Оқтамның конструкциясы, шпурлардың саны, тереңдігі және забойда орналасу сұлбасы

Оқпанды қазғанда оқтам оқшандары бір-біріне түйістіріліп орналастырылатын колонкалы конструкциясы ұсынылады [18, 19].

Жарылыс жұмыстарының өнеркәсіптік қауіпсіздік талаптарына сай оталдырғыш-оқшан (патрон-боевик) шпурдың аузына (тура оталдыру) немесе шпурдың түп жағына бірінші болып орналасады (кері оталдыру).

Кері оталдыру конструкциясын қолданғанда жарылыстың қуаты тиімді

пайдаланылады, өйткені таужыныстарының бұзылу процесі массивтің түбінен басталып забойдың ашық жазықтығына қарай бағытталады.

Шпурлардың саны, аттырылатын таужынысы көлемін тиімді бұзуға жеткілікті болуы тиіс. Шпурлардың санын (6.14) формулаға сәйкес:

$$N = 12,7 \frac{q \cdot S \cdot \eta}{\gamma \cdot d^2 \cdot \rho}, \text{ дана} \quad (6.27)$$

формуласы бойынша анықтауға болады. Мұндағы q – ЖЗ-тың меншікті шығыны, (1м^3 таужынысын қопаруға кететін), $\text{кг}/\text{м}^3$;

$$S - \text{оқпанды өту ауданы, м}^2; S = \frac{\pi \cdot D^2}{4};$$

η – (КИШ) шпурды пайдалану коэффициенті;

γ – шпурларды толтыру коэффициенті;

d – ЖЗ оқшанының диаметрі, см;

ρ – ЖЗ гравиметрлік тығыздығы, $\text{г}/\text{см}^3$; (6.14-кесте бойынша қабылданады).

6.14-кесте

ЖЗ-тардың гравиметрлік тығыздығы, $\text{г}/\text{см}^3$

ЖЗ түрлері	Аудармалық коэффициент	Гравиметрлік тығыздығы, $\text{г}/\text{см}^3$
Скальды аммонит	1,0	1,3–1,4
Аммонит 6ЖВ	1,1	1,0–1,2
Динафталит-200	1,23	1,0–1,15
Аммонит АП-5ЖВ	1,27	1,0–1,15
Аммонит ПЖВ-20	1,45	1,0–1,15

Үңгіме шпурлардың саны және үңгіме шпурларды айналдыра орналастыру диаметрі төменде көрсетілген (6.15-кесте).

6.15-кесте

Үңгіме шпурларының саны және үңгіме шпурларды дөңгелетіп орналастыру диаметрі

Көрсеткіштер	Сәйкес мәндері			
	2	3	4	5
1				
Таужыныстарының бекемдік коэффициенті f	1,5	6	7	20
Оқпанды өту диаметрі, м	<7	>7	<7	>7
ЖЗ оқшандарының диаметріне (мм) байланысты үңгіме шпурларды орналастыру диаметрі төмендегідей				

1	2	3	4	5
болады, м: 32 мм, 36 мм 45 мм	1,6–2 1,8–2,2	1,8–2,2 2–2,6	1,6–2 1,8–2,2	1,8–2,2 2–2,6
ЖЗ оқшандарының диаметріне (мм) сәйкес, үңгіме шпурларының санын төмендегідей қабылдауға болады, дана: 32 мм, 36 мм 45 мм	5–6 4–5	6–7 5–6	7–8 5–6	8–10 6–7

Шпурларды дөңгелетіп орналастыру саны және барлық шпурлардың саны *6.16-кестеде* келтірілген.

6.16-кесте

Шпурларды дөңгелетіп орналастыру саны және барлық шпурлар саны

Оқпанды өту диаметрі, м	ЖЗ оқтамдарының диаметрі бойынша шпурлардың барлық саны				
	32, 36 мм			45 мм	
	Оқпан забойындағы шпурларды дөңгелетіп орналастыру саны				
	3	4	5	3	4
5,15	30–49	40–66	-	23–49	-
5,65	33–56	45–73	-	26–54	-
6,15	36–60	48–80	-	28–59	41–91
6,75	39–67	53–88	-	30–65	45–99
7,25	42–72	57–90	67–114	32–69	48–106
7,95	47–80	63–107	74–126	36–77	54–117
8,55	48–85	67–115	78–134	38–82	57–126
9,05	52–93	71–124	83–137	40–87	61–134

Оқпанды өтудегі жиектеуші шпурларды айналдыра орналастыру диаметрі таужыныстарының бекемдігіне байланысты, оқпанның диаметрінен 0,3–0,6 м аралығында кіші болып қабылданады [19].

Шпурларды дөңгелетіп орналастыру санына байланысты әр шеңбердегі шпурлардың санын төмендегі *6.17-кестеден* анықтауға болады.

Дөңгелетіп орналастыру саны үшеу болғандағы көмекші шпурлары орналасатын шеңбер диаметрі:

$$D_{көм} = D_{үң} + \frac{1}{2} (D_{өту} - D_{үң}), \text{ м}, \quad (6.28)$$

немесе
$$D_{көм} = D_{өту} + (D_{өту} - D_{үң}) / 2, \text{ м}.$$

Дөңгелетіп орналастыру саны төртеу болғандағы көмекші шпурлардың орналасу шеңберінің диаметрі:

$$D_{көм} = D_{өту} + (D_{өту} - D_{үң}) / 3, \text{ м}. \quad (6.29)$$

формуласы бойынша анықталады.

Шпурларды дөңгелетіп орналастыру саны бесеу болғандағы көмекші шпурлардың орналасу диаметрі келесідей болады, яғни (үңгіме шеңберінен кейінгі) көмекші шпурлардың бірінші шеңберінің орналасу диаметрі:

$$D_{к\omicron м}^I = D_{yч} + (D_{\omicron тy} - D_{yч})/4, \text{ м.} \quad (6.30)$$

6.17-кесте

Әр шеңбердегі шпурлар санын анықтау кестесі

Шеңберлердің саны	Дөңгеленіп орналасуы бойынша оқпан забойындағы шпурлар саны, дана			
	Көмекші шпурлар			Жиектеуші шпурлар
	Бірінші	Екінші	Үшінші	
ЖЗ оқшанының диаметрі 32 мм және 36 мм				
3	0,35(N-n _{yч})	-	-	0,65(N-n _{yч})
4	0,21(N-n _{yч})	0,30(N-n _{yч})	-	0,49(N-n _{yч})
5	0,14(N-n _{yч})	0,19(N-n _{yч})	0,27(N-n _{yч})	0,40(N-n _{yч})
ЖЗ оқшанының диаметрі – 45 мм				
3	0,34(N-n _{yч})	-	-	0,66(N-n _{yч})
4	0,22(N-n _{yч})	0,33(N-n _{yч})	-	0,45(N-n _{yч})
5	0,17(N-n _{yч})	0,2(N-n _{yч})	0,28(N-n _{yч})	0,35(N-n _{yч})

Көмекші шпурлардың екінші шеңберінің орналасу диаметрі:

$$D_{к\omicron м}^{II} = D_{yч} + (D_{\omicron тy} - D_{yч})/2, \text{ м.} \quad (6.31)$$

Көмекші шпурлардың үшінші шеңберінің орналасу диаметрі:

$$D_{к\omicron м}^{III} = D_{yч} + 3(D_{\omicron тy} - D_{yч})/4, \text{ м.} \quad (6.32)$$

мұндағы $D_{к\omicron м}$, $D_{yч}$ – көмекші және үңгіме шпурларын дөңгелетіп орналастыру шеңберінің диаметрі м;

$D_{\omicron тy}$ - оқпанды өту диаметрі, м.

Шпурдың тереңдігі таужыныстарының бекемдігіне және жұмыстың ұйымдастырылуына яғни бетон қалыптамасының биіктігіне байланысты қабылданады (6.18-кесте).

Үңгіме шпурларының тереңдігі басқа шпурлардан 10-20% терең болуы тиіс.

6.18-кесте

Шпурлардың тереңдігін қабылдау кестесі

СНиП бойынша таужыныстарының категориясы	М.М. Протодьяконов шкаласы бойынша таужыныстарының бекемдік коэффициенті	Шпурлардың тереңдігі, м
IV дейін	<1,5	2–3
IV–VIII	1,5–9	2–3
IX–XI	10–20	1,5–2

2-мысал. Келесі берілген деректер бойынша тік шахта оқпанын өтудегі бұрғылап-аттыру жұмыстарының құжатын құрастырамыз.

Оқпанды өту диаметрі $D_{\omicron тy} = 6,0$ м; М.М. Протодьяконов шкаласы бойынша таужыныстарының бекемдік коэффициенті $f = 12$; таужыныстарының жатысы – жазық; сукелімі – $10 \text{ м}^3/\text{сағ}$; электрлі қоздыру желісін жалғау сұлбасы – тізбекті-параллельді; антенді өткізгіштердің ұзындығы – 25 м; бір мезгілде жұмыс жасайтын перфораторлар саны және түрі – 11 және 8 қосалқы

ПР-30ЛС; бұрғылау бұрғытәжінің диаметрі – 52 мм; забойдағы бұрғытәждер саны – 40 дана; ЖЗ оқшанының диаметрі – 45 мм; үңгіме шпурлардың түрі – ұратәрізді, (воронкатәрізді).

Шешімі. ЖЗ ретінде скальдық аммонит №1, электрдүмпіткіштер ЭДКЗ-ОП және кідіртуші ЭДКЗ-П электрдүмпіткішін қабылдаймыз, кідіру интервалы 50 және 75 мс.

ЖЗ-тың меншікті шығыны $q=1,76 \text{ кг/м}^3$ (6.13-кестеден қабылдаймыз);

Шпурларды толтыру коэффициенті $\gamma=0,5$ қабылдаймыз.

ЖЗ-тың гравиметрлік тығыздығы $\rho=1,4 \text{ г/см}^3$ (6.14-кестеге қараңыз).

Шпурлардың санын анықтаймыз:

$$N = 12,7 \cdot \frac{1,76 \cdot 28,3 \cdot 0,8}{0,5 \cdot 4,5^2 \cdot 1,4} = 36 \text{ өйд} .$$

Шпурларды дөңгелетіп орналастыру саны – 3;

Үңгіме шпурларды дөңгелетіп орналастыру диаметрі – 2,2 м;

Үңгіме (вруб) шпурларының саны $n_{\text{вр}}=6$ шпур.

Көмекші шпурларының орналасу санын анықтаймыз:

$$0,34 (N - n_{\text{вр}}),$$

мұндағы N – барлық шпурлар саны;

$$0,34 (36 - 6) = 10 \text{ шпур}.$$

Жиектеуші (шеткі) шпурлардың санын анықтаймыз:

$$0,66 (N - n_{\text{вр}}) = 20 \text{ шпур}.$$

Көмекші шпурларды дөңгелетіп орналастыру шеңберінің диаметрі:

$$D_{\text{көм}} = 2,2 + \frac{1}{2} (6 - 2,2) = 4,1 \text{ м}$$

формуласымен анықталады.

Жиектеуші шпурларды дөңгелетіп орналастыру шеңберінің диаметрін, оқпанды өту диаметрінен 0,4 м кіші етіп қабылдаймыз, яғни оқпанды өту диаметрі 6,0 м, біз жиектеуші шпурларды дөңгелетіп орналастыру шеңберінің диаметрін 5,6 м деп қабылдаймыз.

Шпурлардың тереңдігін жұмысты ұйымдастыру жағдайларының шарттарына қарай (қалыптаманың биіктігін ескеріп), 2,2 м деп қабылдаймыз (6.18-кестеге қараңыз).

Шпурдағы ЖЗ оқшандарының санын анықтаймыз:

$$n = L \gamma / l_n, \text{ дана,}$$

мұндағы L – енбе тереңдігі, м, $L = \eta \cdot l_n = 0,8 \cdot 2,2 = 2 \text{ м}.$

l_n – оқшан ұзындығы, м;

$$n = 2 \cdot 0,5 / 0,22 = 4,51 \approx 5 \text{ дана,}$$

яғни әр шпурға 5 оқшан қабылдаймыз.

Енбенің тереңдігін қайта айқындаймыз:

$$L = \frac{n \cdot l_n}{\gamma} = \frac{5 \cdot 0,22}{0,5} = 2,2 \text{ м}.$$

Үңгіме шпурларының тереңдігін төмендегідей қабылдаймыз:

$$l_{yч} = 1,1 \cdot L = 1,1 \cdot 2,2 = 2,42 \approx 2,4 \text{ м.}$$

мұндағы $d_{yч}$ – үңгіме шпурларының диаметрі, м;

$$l_{yч} = 5 \cdot 0,22 \cdot 2,2 = 2,42 \text{ м.}$$

Енбеге кететін ЖЗ мөлшерін $Q_{енбе}$, және әр шпурға кететін ЖЗ мөлшерін анықтаймыз:

$$Q_{енбе} = q \cdot \eta \cdot V_{енбе}, \text{ кг,}$$

мұндағы $Q_{енбе}$ – бұрғыланып қопарылатын таужыныстарының көлемі, м^3 ;
 q – ЖЗ-тың меншікті шығыны, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$$Q_{енбе} = 1,76 \cdot 0,8 \cdot 62,26 = 87,7 \text{ кг.}$$

Әр шпурға кететін ЖЗ мөлшері:

$$Q_{yч} = 1,2 \frac{Q_{енбе}}{N}, \text{ кг;}$$

$$Q_{yч} = 1,2 \frac{87,7}{36} = 2,9 \approx 3 \text{ кг.}$$

Оқшан массасы 0,5 кг болғанда, бір үңгіме шпурындағы ЖЗ оқшанының саны мынаған тең:

$$\frac{Q_{yч}}{0,5} = \frac{3}{0,5} = 6 \text{ дана.}$$

Жарылғыш заттың нақты шығынын анықтаймыз:

$$Q_{\phi} = (N - n_{ep}) \cdot n_{nam} \cdot 0,5 + n_{nam}^{ep} \cdot 0,5, \text{ кг,}$$

мұндағы n_{nam} , n_{nam}^{ep} - әр шпурдағы оқшандар саны;

$$Q_{\phi} = (36 - 6) \cdot 5 \cdot 0,5 + 6 \cdot 6 \cdot 0,5 = 82,5 + 18 = 93 \text{ кг.}$$

Антенді өткізгіш қимасының ауданы:

$$S_a = \frac{0,00224 \cdot n \cdot l}{r_e}, \text{ мм}^2,$$

формуласы бойынша анықталады. Мұндағы l – өткізгіштің ұзындығы, $l=25$ м;
 n – электрдүмпіткіштер саны, $n=N_{um}$;

r_e – әр электрдүмпіткіш көпіршесінің кедергісі, $r_e=4,2$ Ом.

$$S_a = \frac{0,0024 \cdot 36 \cdot 25}{4,2} = 0,51 \text{ мм}^2.$$

Аралық соңғы сымдардың ұзындығын анықтаймыз:

$$l_k = 2 \cdot l_{\phi}, \text{ м,}$$

мұндағы l_{ϕ} – электрдүмпіткіштердің орналасу тереңдігі, м;

$$l_k = 2 \cdot 2,2 = 4,4 \text{ м.}$$

Бір топтағы жергілікті сымдардың ұзындығын анықтаймыз:

$$l_y = 1,1 \cdot l_{\phi} \cdot N, \text{ м,}$$

мұндағы N - бір топтағы электрдүмпіткіштер саны, $N=3$;

$$l_y = 1,1 \cdot 2,2 \cdot 3 = 7,26 \approx 7,5 \text{ м.}$$

Бір тармақтағы кедергіні анықтаймыз:

$$R_B = l_c \cdot r_c + l_y \cdot r_y + n_T \cdot (l_k \cdot r_k + r_{\phi}),$$

мұндағы $r_c=r_y=r_3=0,16$ – электр сымдарының кедергілері, Ом/м;
 $R_B=25\cdot 0,16+7,5\cdot 0,16+3\cdot(4,4\cdot 0,16+4,2)=19,9$ Ом.

Магистральды кабельдің жалпы кедергісін анықтаймыз:

$$R_6=R_M+\frac{R_g}{K}, \text{ Ом,}$$

мұндағы K – забойдағы топтардың саны, $K=12$;

$R_M=3,8$ Ом - магистральдың кедергісі;

$$R_6=3,8+\frac{19,9}{12}=5,45 \text{ Ом.}$$

Желідегі жалпы ток күшін анықтаймыз:

$$I_{\text{жәл}}=\frac{U}{R_6}=\frac{220}{5,45}=40,4 \text{ А.}$$

Әр электрдүмпіткішке келетін токтың күшін табамыз:

$$i_y=\frac{I_{\text{жәл}}}{\hat{E}}=\frac{40,4}{12}=3,36 \text{ А.}$$

$i_3=3,36 \text{ А} > i_T=2,5 \text{ А}$ болғандықтан қауіпсіздік талаптарын толық қанағаттандырады, яғни атылмай қалу қаупі жоқ.

6.4. Пайдалы қазбаларды жерасты әдісімен игеру кезіндегі жарылыс жұмыстары

Қазіргі уақытта бекемдігі жоғары таужыныстарында пайдалы қазбаларды жарылыс жұмыстарын қолданып өндіреді. Мұндай жағдайда жарылыс жұмыстарын қолданудың еңбек сыйымдылығы, жалпы тазарту жұмыстарының еңбек сыйымдылығының 50%-ына дейін жетеді [3].

Жерасты жағдайында бұрғылап-аттыру жұмыстарын орындаудың ерекшеліктері: кен қабаттарының тау-геологиялық жағдайларының әртүрлілігі; жарылыс жұмыстарының кенорнын игеру технологиясы және қолданылатын тау-кен жабдықтарымен үзіліссіз байланысы; жарылыс жұмыстарын орындау әдістерінің әртүрлілігі; қопарылатын таужыныстарының физикалық-техникалық қасиеттерінің бірдей еместігі; жарылыс жұмыстарын қоршаған таужыныстарының құлап кетуін, мүмкін болатын кен жоғалымдарын ескере отырып жобалау.

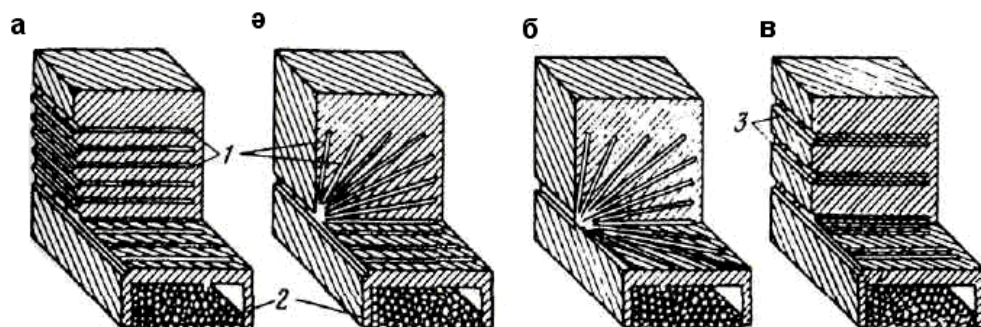
Жер қыртысында кен қабаттарының жату жағдайына, оларды игеру технологиясына және бұрғылап-аттыру әдісіне байланысты: қалың кен қабатты; ұңғымалардың немесе миналардың көмегімен аттрылып, камералық жүйемен өндірілетін; шпурлық оқтам жарылысымен өндірілетін, қалың жайпақ; шпурлық оқтам жарылысымен өндірілетін, қалың емес желілі және қабатты; жарылыс жұмыстары біріккен жағдайда өндірілетін кенорындары топтарына бөлінеді.

Қазіргі кезде пайдалы қазбаларды жерасты әдісімен игергенде кенді копару үшін көбінесе, ұңғымалық және шпурлық оқтам жарылыстары қолданылады.

6.4.1. Кенді ұңғымалық оқтамдармен қопарып өндіру

Кен қабаттарының қалыңдығы үлкен кенорындарын бұрғылап-аттыру әдісін қолданып игергенде көбінесе диаметрі үлкен ұңғымалар қолданылады. Ал қалыңдығы орташа, монолитті бекем кендерден құралған кенорындарын кіші диаметрлі ұңғымалық оқтамдармен қопарған тиімді [3].

Қопарылатын кен массивінде ұңғымалық оқтамдарды: параллельді, веерлі, ярусты және будалы (пучковый) түрде орналастыруға болады (6.13-сурет).



6.13-сурет. Ұңғымалық оқтамдардың орналасуы:

a – параллельді; б - веерлі; б – ярусты; в – будалы; 1-ұңғымалар; 2-қопарылған кен; 3-бұрғы орттары

Параллельді ұңғымаларды дайындық-тілме жұмыстарының бағасы арзан, қопарылатын кеннің сапасына қойылатын талап жоғары, массивті дәл жиектеу қажет, ұңғымаларды бұрғылау құны жоғары және аттырылатын блоктың биіктігі үлкен болғанда қолданады.

Ұңғымаларды бұл сұлбамен орналастыру бұрғылау горизонттын дайындау кезіндегі күрделілігіне және блокты бұрғылау процесінде бұрғы қондырғыларының көп үзіліс жасап тұрып қалуына байланысты сирек қолданады.

Ұңғымаларды орналастырудың ең көп қолданылатын сұлбасы – веерлі түрі. Мұнда ұңғымалар веерін тік (күрт қиғаш) немесе жазық кеңістіктерде орналастырады.

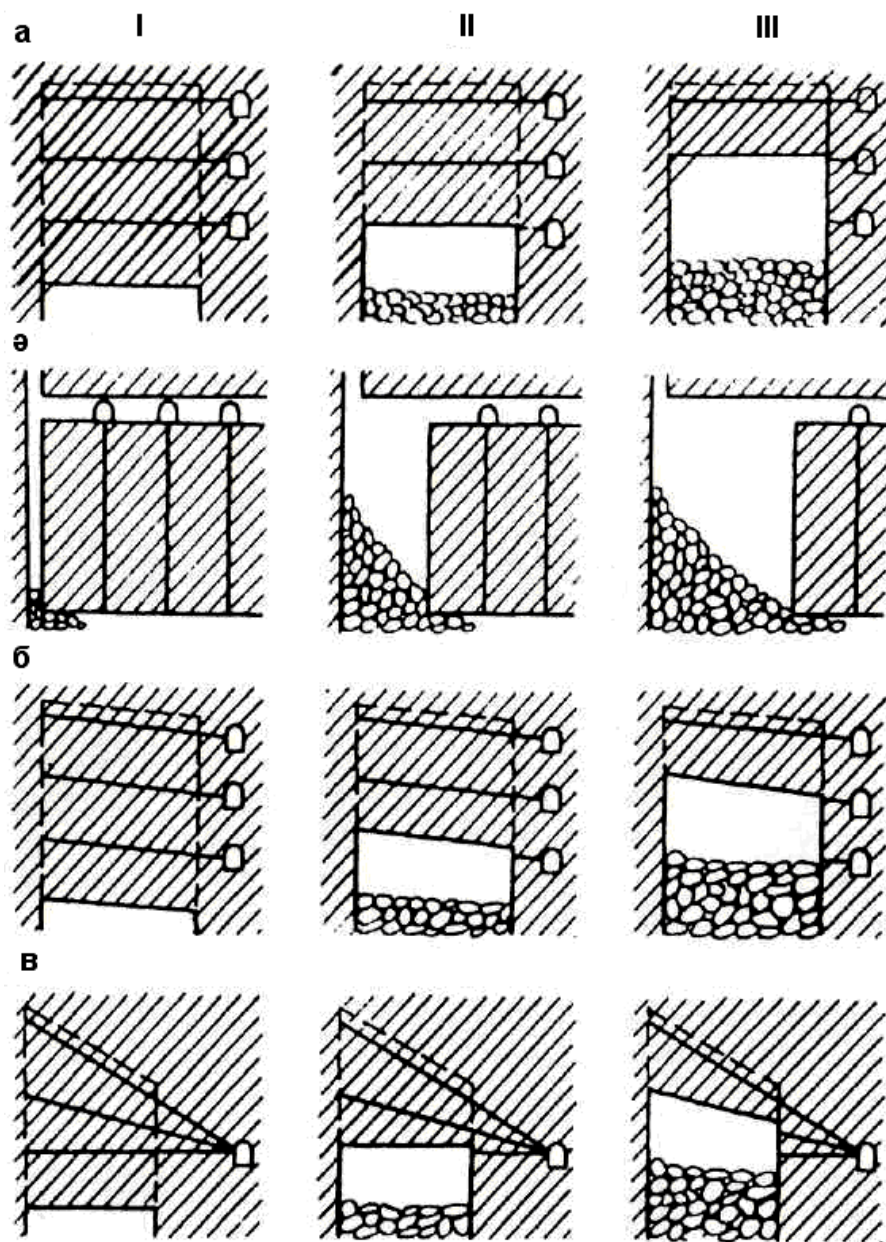
Параллельді ұңғымалармен салыстырғанда, веерлі сұлба 1 м ұңғымадан кен шығымының төмендігімен, қопаруға жұмсалатын жарылғыш заттың меншікті шығынының жоғарылығымен және үлкен кесектердің көп бөлінуімен сипатталады. Бірақ блокты дайындауға және тілуге, бұрғылау жабдығын ары-бері тасымалдауға жұмсалатын шығын параллельді сұлбамен салыстырғанда аз.

Ұңғымаларды ярусты орналастыру өлшемі үлкен кесектердің (негабариттер) көп бөлінуімен сипатталады. Сондықтан бұл әдіс көп қолданылмайды. Әдетте, мұндай әдісті, жарықшақты таужыныстарында жеңіл қопарылатын кендерді аттыру үшін және дайындық-тілме жұмыстарының құны жоғары болғанда қолданады.

Ұңғымаларды будалап (пучковое) орналастыру әдісі веерлі және

параллельді орналастыру әдістерінің арасында қолданылады. Мұнда ұңғымаларды 5 және одан көп комплектімен орналастырады. Олардың арасындағы арақашықтықты жарылғыш зат оқтамының 3–5 диаметріндей етіп қабылдайды. Бұл арақашықтық жарылыстың газ тәрізді өнімдерінің массивке әсер ету жағдайымен сипатталады.

Кеңістіктегі кен қабаттарының қопарылу бағыты бойынша: жазық, тік, көлбеу және радиалды түрлері болады (6.14-сурет). Қабатты қопару бағытын қабаттардың негізгі жүйесін, жарықшақтығын, яғни ұңғымалар олардың бұрышпен орналасқан кеңістігін қамтуы керек және қолданылатын кенді игеру жүйесін ескере отырып қабылдайды.



6.14-сурет. Ашық кеңістіктерге қатысты массивтің қопарылатын аймақтарының орналасуы:

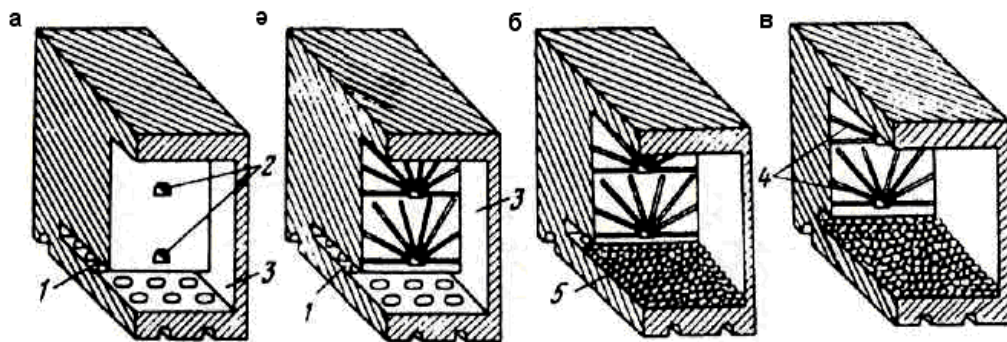
a – жазық қабаттармен; ә – тік; б – көлбеу; в – радиалды; I – III – қопарылу кезеңдері

Жарылыстың әсер ету жағдайы бойынша кенді ашық игерілген кеңістікке қарай қопарған кезде: бір кеңістік жағдайында (негізгі қорды камерада игеру), бірнеше кеңістік жағдайында (кентіректер мен төбе тұсын игеру) және сығылған орта жағдайында қабылдайды [3].

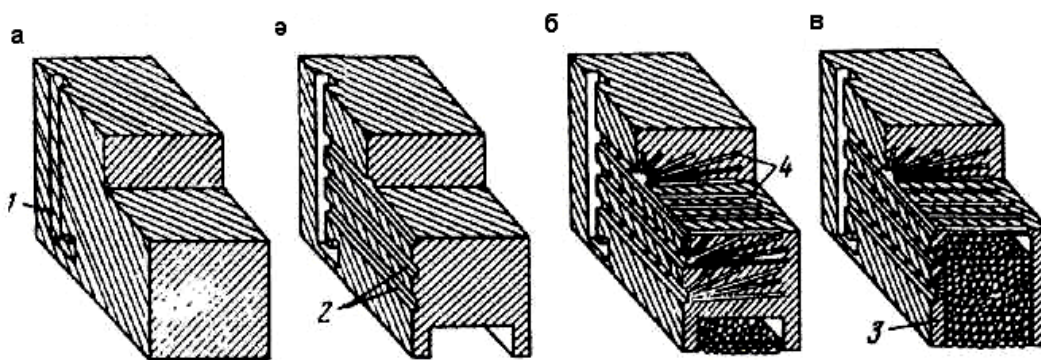
Жұмыс басталған кезде камераларда немесе блоктарда өрлемелер қазады және солар арқылы бұрғылау қазбаларын өтеді.

Кеннің сапалы қопарылуы үшін камерада қопарылған кен көлемін орналастыратын ашық қуыс кеңістігі болуы керек. Бұл көлемнің мөлшерін бастапқы жаппай жарылыс көлемінің 0,3–0,5 бөлігі шамасында қабылдайды. Яғни қопарылған кеннің жалпы қопсу коэффициенті 1,3–1,5 тең болуы керек.

Қосымша кеңістік өрлемелерді камераның толық еніне дейін кеңейтіп, тілме қуысын жасау арқылы қазылады. Бірінші жағдайда жарылыс жұмыстары бір уақытта бүкіл қабаттарда орындалады (6.15-сурет), ал екінші жағдайда кен кезекпен төменнен жоғары қарай қопарылып өндіріледі (6.16-сурет).



6.15-сурет. Блоктағы кендерді тік қосымша кеңістікке қарай қопару кезегі: 1-қималау деңгейжиегі; 2-бұрғылау қазбалары; 3-тілме қуысы; 4-ұңғымалар; 5-қопарылған кен; а-в – кенді қопару кезеңдері



6.16-сурет. Блоктағы кендерді жазық қосымша кеңістікке қарай қопару кезегі: 1-өрлеме; 2-бұрғылау қазбалары; 3-қопарылған кен; 4-ұңғымалар; а-в – кенді қопару кезеңдері

Камералардың мықтылығын жоғарылату және үлкен кесектердің бөлініп шығу дәрежесін төмендету үшін көбінесе, жарылыс жұмыстарын камераның игерілген кеңістігінде жатқан таужыныстарына қарай орындайды. Мұндай жарылыс кезінде жарылыс қуаты таужыныстарын лақтыруға

жұмсалмайды, керісінше срниң әсерінен таужыныстары қосымша ұсақталып, үлкен кесектердің шығу дәрежесі төмендейді. Әсіресе қосымша кеңістікті блоктың ортасына орналастырған тиімді. Себебі таужыныстары бір-біріне қарсы ұшқан кезде соқтығысып, ұсақталу дәрежесі жоғарылайды.

6.4.1.1. Жарылғыш заттардың шығыны мен ұңғымалардың орналасу параметрлерін анықтау

Жарылыс кезіндегі кеннің ұсақталу сапасын бағалау белгісі қопарылған тау массасының кесектіліктік құрамы және кенді блоктан тасымалдап шығаруға үлкен әсер ететін үлкен кесектердің шығымы болып табылады. Сонымен қатар кенді қопару тиімділігі мен жаппай жарылыс сапасын: жарылғыш заттың меншікті шығыны, кесектерді екінші рет ұсақтауға жұмсалатын дүмпіткіштердің саны, кенді тасымалдау және шығару кезіндегі еңбек өнімділігі, т.б. көрсеткіштермен сипаттауға болады.

Кеннің ұсақталу сапасын анықтайтын негізгі фактор болып, кенді қопаруға жұмсалатын жарылғыш заттың меншікті шығыны саналады. Жарылғыш заттың меншікті шығынын жоғарылатсақ, үлкен кесектердің бөлініп шығуы азаяды. Бірақ жарылғыш заттың меншікті шығынын жоғарылатқанда кен қабатының жиек аймақтарына әсер ететін жарылыстың сейсмикалық қуаты жоғарылап, сол аймақтан қопарылғын тау массасына ірі кесектер түсе бастайды. Сондықтан жарылғыш заттың меншікті шығынын дұрыс есептеп анықтау қажет [3, 17].

Жарылғыш заттың меншікті шығынын таужынысының бекемдік коэффициентіне тәуелді эталонды мәніне байланысты және сандық мәндері өнеркәсіптік жарылыс нәтижелерімен өңделетін бірнеше эмпирикалық коэффициенттерді формулаға енгізу арқылы анықтау ұсынылады.

Жарылғыш заттың есепті меншікті шығынын анықтау үшін:

$$q = q_0 k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_6 k_7 \quad (6.33)$$

формуласын ұсынуға болады. Мұндағы q_0 – кенді қопаруға жұмсалатын жарылғыш заттың эталонды меншікті шығыны, кг/т;

k_1 – жарылғыш заттың жұмыс істеуге қабілеттілігін ескеретін коэффициент;

k_2 – массивтің жарықшақтығын және кен кесегінің талап етілетін өлшемін ескеретін коэффициент;

k_3 – оқтамдардың орналасу сұлбасын ескеретін коэффициент;

k_4 – оқтамдардың әсер ету жағдайын ескеретін коэффициент;

k_5 – оқтам тығыздығын ескеретін коэффициент;

k_6 – ұңғымалардың диаметрін ескеретін коэффициент;

k_7 – мүмкін болатын үлкен кесектердің шығымын ескеретін коэффициент.

Кенді ұсақтауға жұмсалатын жарылғыш заттың эталонды шығыны болғанда, бір жағы ашық, жарықшақтығы орташа массивті сапалы қопару кезінде диаметрі 105 мм параллель орналасқан ұңғымаларда граммонит 79/21

оқтамдарын аттыру арқылы қамтамасыз етіледі.

Таужынысының бекемдік коэффициентіне байланысты кенді ұсақтауға жұмсалатын жарылғыш заттың эталонды шығынының мынадай мәндерін қабылдауға болады:

f	6–8	8–10	10–12	12–14	14–16	16–18	18–20	> 20
q _э	0,4–0,5	0,5–0,6	0,6–0,7	0,7–0,9	0,9–1	1–1,2	1,2–1,3	1,3–1,5

k₁ коэффициенті қолданылатын жарылғыш зат пен эталонды граммонит 79/21 жарылғыш затының жарылыс жылулары мәндерінің қатынасына тең.

Жарықшақтық коэффициенті:

$$k_2 = 5,5 \sqrt{\frac{l_{mp}}{d_k}}$$

формуласымен анықталады. Мұндағы $l_{mp}=0,01 \div 0,1$ м – қазба қабырғасындағы көзге көрінетін жарықшақтардың орташа арақашықтығы;

d_k – кен кесегінің тиімді өлшемі, м.

k₃ коэффициентінің мәні ұңғымаларды параллель орналастырғанда – 1, веерлі орналастырғанда – 1,1–1,2, ярусты орналастырғанда – 1,3–1,5 тең болады.

k₄ коэффициентінің мәнін келесі жолмен қабылдауға болады: бір жақты ашық кеңістікке қопарғанда – 1, екі жақты ашық кеңістікке қопарғанда – 0,7–0,9, қысылған ортада аттырғанда – 1,3–1,4.

Ұңғымаларға оқшандалған ұнтақ жарылғыш заттарды қолмен оқтағанда k₅=1; түйіршікті жарылғыш заттарды пневматикалы оқтағанда k₅=0,9÷0,95; құрамында суы бар жарылғыш заттарды қолданғанда k₅=0,85÷0,9; престелген оқшанды жарылғыш заттарды қолданғанда k₅=0,8÷0,85.

Ұңғыманың диаметрі 105 мм болғанда k₆=1 деп қабылдауға болады. Басқа диаметрдегі ұңғымаларды қолданғанда:

$$k_6 = \frac{d}{105}$$

катынасын пайдалануға болады.

k₇ коэффициентінің мәнін:

$$k_7 = \sqrt{k_8} - \sqrt{k_8 - 1}$$

теңдеуінен алуға болады. Мұндағы $k_8 = \frac{(v_{ia} + a)^2}{4bc}$, (мұнда $v_{ид}$ – үлкен кесектің мүмкін болатын шығымы, %).

a, b және c эмпирикалық коэффициенттерінің шамалық мәндерін: 20÷30; 8÷20 және 10÷30 сәйкесінше қабылдауға болады.

Ұңғымалық оқтамдардың жақындасу коэффициентін 1÷2 шамасында қабылдауға болады.

Ұңғымалардың сыйымдылығына байланысты, 1 м ұңғыма жарылысынан шығатын кен көлемі анықталады:

$$B = \frac{7,85 \cdot 10^{-4} d^2 \Delta k_{\text{çàò}}}{q}, \text{ м}^3/\text{м}; \quad (6.34)$$

мұндағы d – ұңғыма диаметрі, м;

Δ – оқтамдағы ЖЗ тығыздығы, г/см³;

$k_{\text{çàð}}$ – ұңғыманың толық оқталмайтындығын ескеретін коэффициент, ұңғымалар параллель орналасқанда $k_{\text{çàð}}=0,8\div 0,9$; веерлі орналасқанда $k_{\text{çàð}}=0,7\div 0,8$; ярусты орналасқанда $k_{\text{çàð}}=0,5\div 0,7$.

Параллель орналасқан ұңғымалардың параметрлері:

$$W = \sqrt{\frac{B}{m\rho_n}}; \quad a = \sqrt{\frac{Bm}{\rho_n}} \quad (6.35)$$

формулармен анықталады. Мұндағы W – қысқа қарысу сызығы, м;

a – ұңғымалардың арақашықтығы, м;

B – 1 м ұңғыманың атылысынан шығатын кен шығымы, т/м;

ρ_n – кеннің тығыздығы, т/м³.

Ұңғымаларды веерлі немесе ярусты орналастырғанда ұңғыма ұштарының арақашықтығы:

$$W_{\text{max}} = \frac{(2L_{\text{çп}} - 3)W}{L_{\text{çп}} + 3}; \quad a_{\text{max}} = \frac{(2L_{\text{çп}} - 3)a}{L_{\text{çп}} + 3} \quad (6.36)$$

формулармен анықталады. Мұндағы $L_{\text{çп}}$ – ұңғымалардың орташа тереңдігі, м.

Кен-техникалық ғимараттар мен қазбаларға сейсмикалық әсер етуі бойынша оқтамның шамасын Г.В. Кузнецовтың:

$$Q_c = \frac{\sigma_p d_k (\sqrt{H_{\text{ò}}^3 + r_i})}{85} \quad (6.37)$$

формуласын қолданып тексеруге болады. Мұндағы σ_p – таужыныстарының созылуға уақытша кедергісі, Па;

$d_k = \frac{m_{\bar{a}}}{0,45(\bar{\delta}_{\bar{a}} + 1)}$ – коэффициент;

$H_{\text{ц}}$ – кен тіректің (целиктің) қалыңдығы, м;

r_n – нысаннан жарылысқа дейінгі арақашықтық, м;

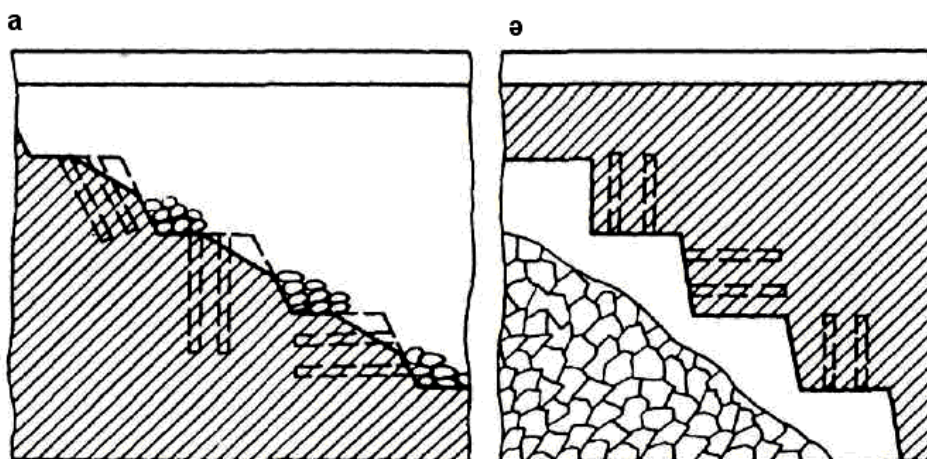
m_2 – жарылыс топтарының саны.

Жарылыс сұлбасын, бірдей уақытта аттырылатын оқтамдардың массасы жоғарыда келтірілген формуладан анықталған мәннен аспайтындай етіп қабылдайды.

6.4.2. Кенді шпурлық және камералық оқтамдармен қопарып өндіру

Кенді шпурлы оқтамдармен қопаруды, табан-керпешті және төбекертпешті қопару жүйелерінде, шпурларды тік жазық және көлбеу орналастыру арқылы қолданады (6.17-сурет). Оқтамдарды жарылғыш заттың меншікті шығыны 0,4–2,5 тең деп қарастырып, соған байланысты есептейді.

Таужыныстарының бекемдігі жоғарылап, қабат қалыңдығы төмендеген сайын жарылғыш заттың шығыны көбейеді. Әсіресе, желілі кенорындарын игерген кезде бекем кендерді қуаты жоғары жарылғыш заттардың диаметрі кіші оқтамдарымен (25–30 мм) қопарған тиімді. Шпурлық қопару көбінесе, төбе тұстағы кендерді қопару үшін қолданылады. Табан тұстағы кендерді қопару үшін шпурлық оқтамдарды қолданғанда, кен кертпеші қопарылған таужынысының астында қалады. Ол өз кезегінде бұрғылау-аттыру жұмыстарын жасауға кедергі келтіреді [3].



6.17-сурет. Шпурлы оқтамдармен кенді қопару сұлбалары:
a – табан тұсындағы кертпешті қопару; *ә* - төбе тұсындағы кертпешті қопару

Кенді камералық оқтамдармен қопару күрт құлай орналасқан қуатты кенорындарын игергенде қолданылады. Бұл әдісті кейде миналық қопару деп те атайды. Камералық оқтам әдісі камера аралық және қабат аралық кентіректерді қопаруға және қуыстарды жабу үшін қолданады. Бұл әдістің мәні мынада: игерілетін кен массивін тік 2 және жазық 3 қазбалы (6.18-сурет) жүйемен қопаруға дайындайды. Солар арқылы қималары және ұзындығы кіші қазбалар қазады (миналық қалталар). Миналық қалталарға жарылғыш заттың шоғырланған оқтамын орналастырады. Кейде сол қалталарды жарылғыш зат оқтамдарын орналастыру үшін тереңдетеді. Ол миналық құдық деп аталады. Жарылғыш затты орналастырып, жарылыс желісін құрастырып болғаннан кейін оны бос таужыныстарымен тығындайды.

Тік және жазық кеңістіктерде (6.18*a*, *ә*-сурет) камералық оқтамдармен қопарудың екі нұсқасы қолданылады. Соның ішіндегі тиімді нұсқаны техника-экономикалық есептеулер арқылы таңдайды.

Камералық оқтамдарды қолданып кенді қопаруға қолданылатын жарылғыш заттың меншікті шығыны:

$$q_c = 1,35q_{\text{ш}}k_{1c}k_{2c}k_{3c}k_{4c}, \text{ кг/м}^3 \quad (6.38)$$

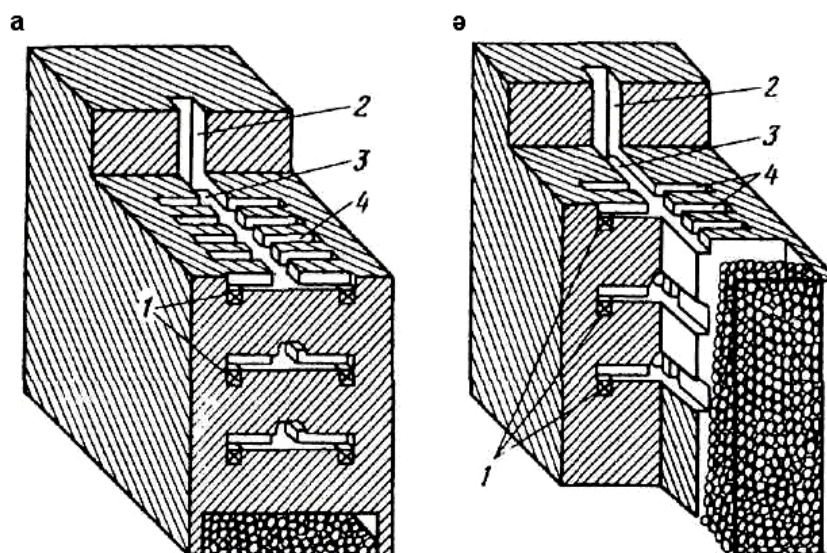
формуласымен анықталады. Мұндағы $q_{\text{ш}}$ – кенді ұсақтауға жұмсалатын жарылғыш заттың эталонды меншікті шығыны, кг/м^3 ;

k_{1c} – жарылғыш заттың жұмыс істеуге қабілеттілігін ескеретін коэффициент;

k_{2c} – массивтің жарықшақтығын және кен кесегінің талап етілетін өлшемін ескеретін коэффициент;

k_{3c} – жарылыс әсерінің көрсеткішінің коэффициенті, қуыстарды жою үшін 0,42; кенді қопару үшін 1;

k_{4c} – жарылғыш зат оқтамының тығынын ескеретін коэффициент, толық тығын болғанда 1; тығын болмағанда 2,25.



6.18-сурет. Камералық оқтамдармен кенді қопарған кездегі қазбалардың орналасу сұлбасы:

a – жазық қосымша кеңістік; *ә* – тік қосымша кеңістік; 1-ЖЗ оқтамдары; 2-өрлеме; 3-бұрғылау орты; 4-ЖЗ оқтамдарын орналастыратын камералар (қалталар)

Бір камералық оқтамның мөлшері 0,5–3 т дейін болуы мүмкін. Оның шамасын:

$$Q = q_c W^3, \text{ кг} \quad (6.39)$$

формуласын қолданып анықтауға болады.

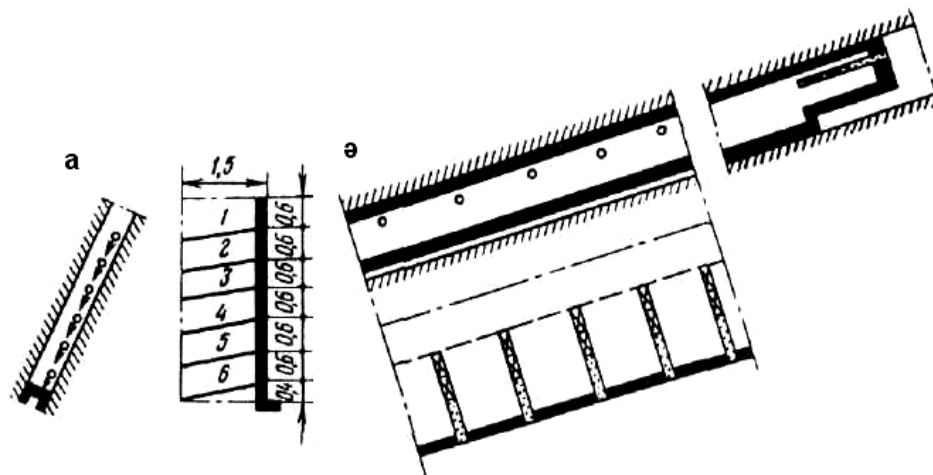
Камералық оқтамдардың қысқа қарысу сызығының мәні 6-дан 10 м-ге дейін өзгереді.

Камералық оқтамдармен қопарудың артықшылығы – технологиясы қарапайым. Әдістің кемшілігіне: үлкен кесектердің көп бөлінуін; кенді қопаруға үлкен ЖЗ шығыны жұмсалуын; жарылыстың сейсмикалық және ауалық әсерлері жоғарылығын; дайындық-тілме жұмыстарының көлемі үлкендігін жатқызуға болады.

6.5. Көмір кенін жерасты өндіру кезіндегі жарылыс жұмыстарын орындау әдістері

Кен қабатының қалыңдығы үлкен болмағанда қолданылатын жарылыс жұмыстарының әдістері. Лаваларда көмір кенін жарылыс күшімен қопару қазіргі кезде өте сирек, тек бекем таужыныстарында ғана қолданылады. Көмір кені қабатының қалыңдығы 1 м-ден артық болғанда

шпурларды забой сызығына көлбеу бір немесе екі қатарға орналастырады (6.19а-сурет). Мұндай жағдайда сақтандырғыш жарылғыш заттардың меншікті шығыны 0,2–0,4 кг/м³ құрайды [3].



6.19-сурет. Лаваларда көмір кенін жарылыспен қопару сұлбасы:
а – шабакеулеусіз; ә - шабакеулеумен

Көмір кенін шабакеулеп қопарған кезде (6.19ә-сурет) шпурларды үңгіме тереңдігіне дейін забой сызығына перпендикуляр бұрғылап, оны жарылғыш заттың (ПЖВ-20, Т-19) меншікті шығыны 0,1–0,2 кг/м³ есебімен оқтайды.

Лаваларда ойықшалар жасау жалынсыз жарылыс немесе уатқыш балғалар көмегімен іске асырылады.

Сонымен қатар жарылыс жұмыстарын лаваның толық ұзындығы бойымен алдын ала қопсытып, сосын қазба машиналарының көмегімен өндіру үшін де қолданады. Мұндай жағдайда гидрожарылыс әдісін қолданады. Бұл әдісте шпурлар немесе ұңғымаларға алдын ала гидрозатвор арқылы $(500 \div 100) \cdot 10^5$ Па қысыммен, көмір қабатының жоғарғы тұсында бірінші тамшылар көрінгенше су айдайды. Содан кейін гидрозатворларды шығарып алып, ұңғыманы полиэтилен шлангаларға орналасқан, ішінде оталдырғышы бар оқшандарды оқтайды. Ұңғымаларды оқтап болғаннан кейін оған қайтадан гидрозатворларды орнатып, су айдайды және жарылыс жасайды.

Жарылыс қуаты жарықшақ кеңістігіне толған судың сығылмайтындығына байланысты беріледі. Соның арқасында көмір қабатына әсер ететін қарқынды жарылыстың әсер ету аймағы жоғарылайды.

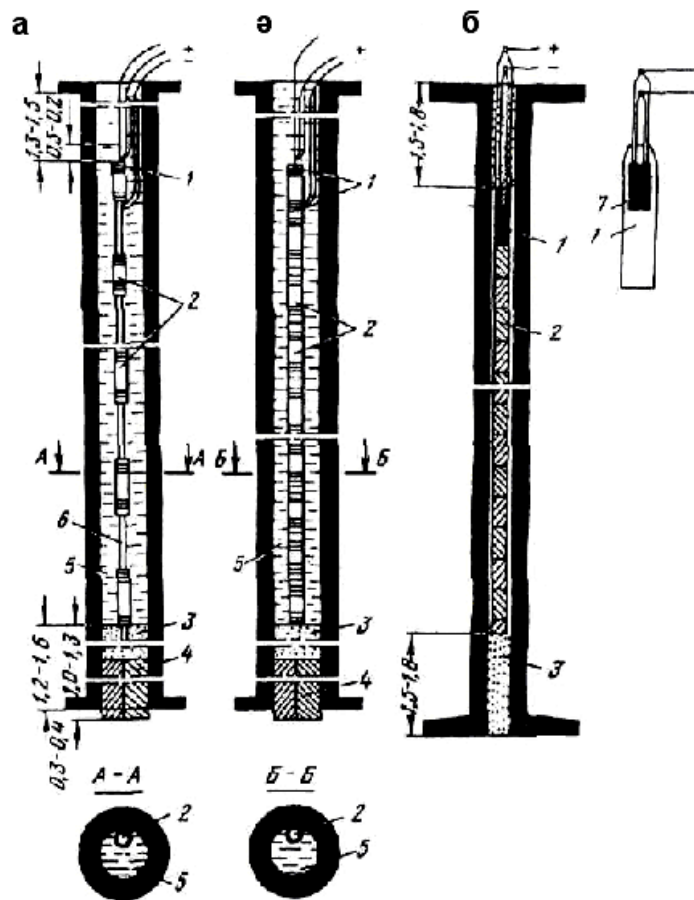
Жарылыс әсерінің уақытын жоғарылату үшін оқтам мен гидрозатвор арасына ұзындығы 0,5–1,0 м су кеңістігін қалдырады. Гидрожарылыс кезінде ең жақсы нәтижелер ұңғыма мен оқшан диаметрінің қатынасы 1:2 болғанда шығады.

Оқтам айналасында судың болуы жарылыс жұмыстарын қауіпсіз орындауды қамтамасыз етеді. Қалыңдығы 5 мм су қабаты жарылыс өнімдерін толық флегматизаторлайды.

Гидрожарылыстың кейбір параметрлері:

	<i>Көмірді қосыту</i>	<i>Көмірді қопару</i>
Оқтам мөлшері Т-19, ПЖВ-20, кг	0,3	0,4–0,6
Шпурлардың ұзындығы, м	1,5–3,0	1,3–2,0
Шпурлардың арақашықтығы, м	3,5–5,0	0,6–0,8
Адам үшін қауіпсіз арақашықтық, м	5–10	15–20

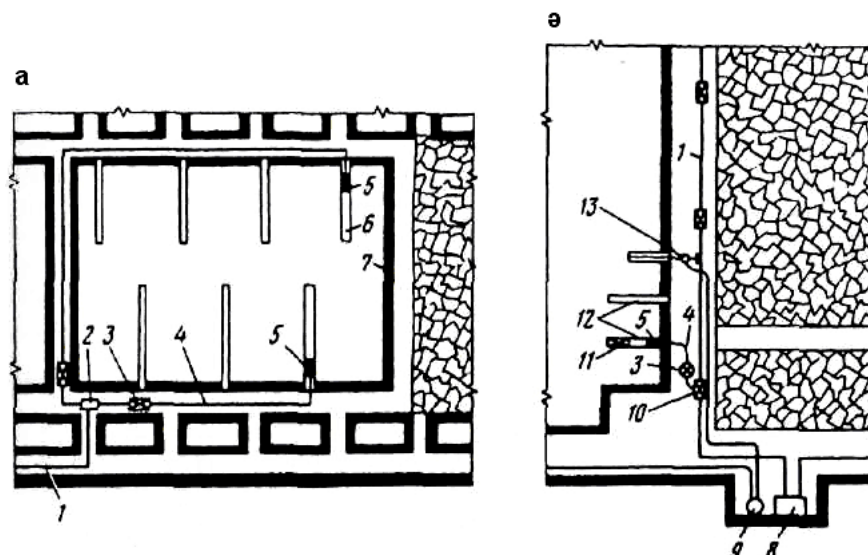
Фронтальды жарылыспен ұңғымалық немесе шпурлық оқтамдар арқылы қопару әдісі көмір қабаттың құлау бұрышы 45° артық және қоршаған таужыныстары орнықты болғанда қолданылады. Ұңғымалық оқтамның конструкциясы 6.20-суретте көрсетілген [3].



6.20-сурет. Ұңғымалық оқтамдардың конструкциялары:

а – дүмніткіш пілтемен ыдырап орналасқан; *ә* – дүмніткіш пілтесіз біртегіс; *б* – диаметрі кіші біртегіс; 1-оталдырғыш оқшан; 2-ЖЗ оқшандары; 3-тығын; 4-ағаш тығын; 5-су; 6-дүмніткіш пілте магистралы; 7-электрдүмніткіш

Шпурлы оқтам әдісін қолданғанда қабат (подэтаж) биіктігі 20 м артық мөлшерде болуы тиіс. Ұңғыманың тереңдігі қолданылатын бұрғылау техникасына және таужыныстарының орнықтылығына байланысты болады. Гидрожарылыс кезіндегі ұңғымалық оқтамның конструкциясы 6.21-суретте көрсетілген.



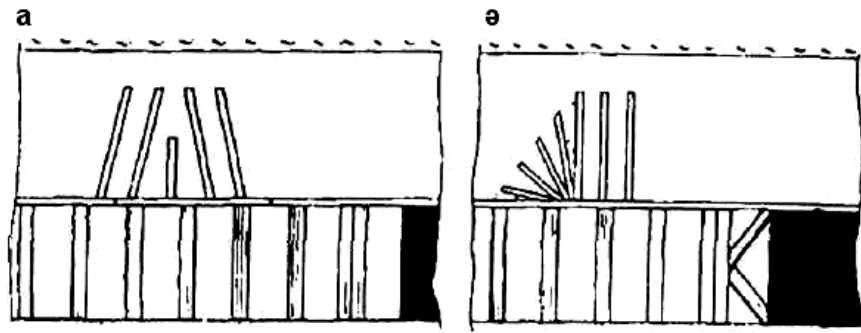
6.21-сурет. Көмір қабатын гидрожарылыспен қопару кезіндегі шпурлар мен ұңғымалардың орналасу сұлбасы:

а – ұңғымалар забой сызығына параллель орналасқан; ә – шпурлар забой сызығына перпендикуляр орналасқан; 1-сүеткізгіш желі; 2-сорап; 3-басқарушы пульт; 4-шланг; 5-гидрозатворлар; 6-ұзындығы 10–15 м ұңғымалар; 7-забой сызығы; 8-сорап станциясы; 9-қосқыш аппарат; 10-шлангаларды жалғайтын орын; 11-ЖЗ оқтамы; 12-шпурлар; 13-электрлі бұрғы

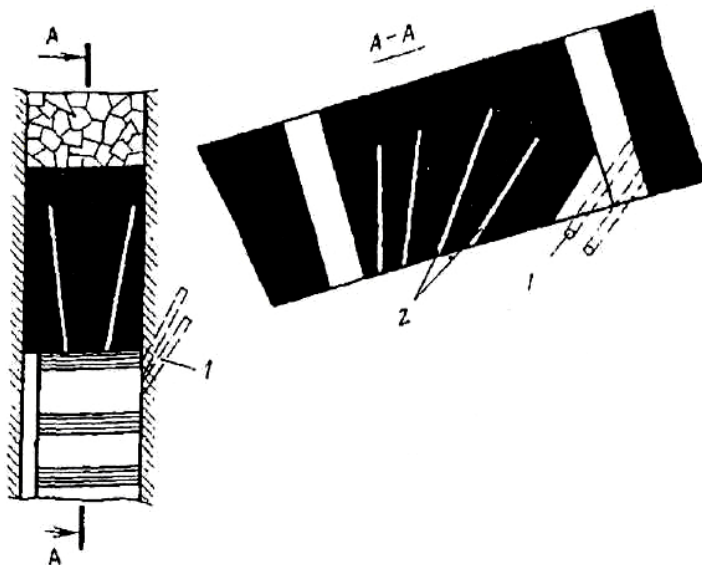
Көмір кенін төбе тұстан жарылыспен қопарып түсіру әдісі. Көмір кенінің қалыңдығы үлкен қабаттарын игергенде, төбе тұстағы кенді жарылыс күшімен қопарып түсіру: төбе тұсындағы кен қабаты бекем таужынысының қабатынан тұратын және бекітпелерді қаққанда қопарылуы қиын болған; лава ұзындығы немесе құлап түсу қадамы өздігінен құлауы үшін жеткіліксіз болған жағдайларда қолданылады. Сонымен қатар бұл әдісті күрт құлама қабаты бар лаваларда, қалыңдығы 3,5 м және одан жоғары жазық және көлбеу қабаттарда, яғни басқа әдістерді қолдану қауіпті болған жағдайларда қолданады. Мұндай жағдайда жарылыс жұмыстарын орындаудың ерекшеліктері: шпурлар мен ұңғымаларды бұрғылау қиын; бір уақытта бірнеше шпурларды аттыруға тура келеді; шпурлар төменнен жоғары қарай оқталады [3].

Бұл әдісте жарылыс жұмыстарын орындау кезіндегі негізгі мақсат – лаваның толық ұзындығы бойымен арнайы үңгіме жасау. Таужыныстары бекем болғанда жақсы үңгіме қуысын алу өте қиын. Себебі көмір шахталарында жұмыс істеуге қабілеттілігі төмен, сақтандырғыш жарылғыш заттар қолданылады. Сондықтан төбе тұстағы кенді қопарып түсіруге қолданылатын жарылғыш заттың меншікті шығыны 2 кг/м^3 құрауы мүмкін. Бұл шаманы сынақ жолымен анықтайды.

Бекемдігі өте жоғары таужыныстарында ($f \geq 8$) веерлі үңгіме, ал бекем емес таужыныстарында сына тәрізді үңгімені қолданады (6.22-сурет). Сонымен қатар бұзу шпурлары орналасатын қатарлардың саны үштен артық болмайды, ал шпурлық оқтамдардың арақашықтығы 0,3 м-ден кем болмауы қажет. Қатарлар мен қатардағы шпурлардың максимальды арақашықтығы 1 м артық болмауы тиіс.



6.22-сурет. Төбе тұстағы кенді қопару кезіндегі шпурлардың орналасу сұлбасы:
a – веерлі ұңгіме; б – сына тәрізді ұңгіме



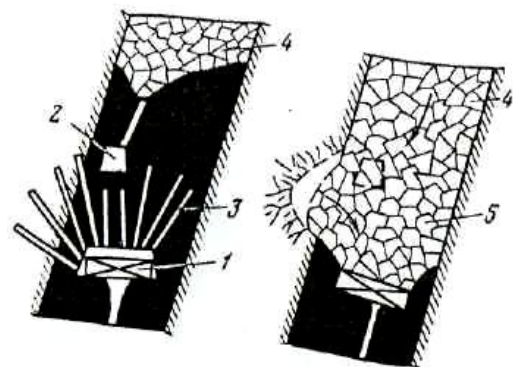
6.23-сурет. Көмірдің қабатаралық кентіректерін қопару кезіндегі шпурлардың орналасу сұлбасы:

1-қабат табанын қопсытуға арналған шпурлар; 2-көмір қабатындағы шпурлардың орналасуы

Кеннің құлау бұрышы күрт болғанда жарылыс жұмыстарының көмегімен көмірдің қабатаралық кентіректерін (6.23-сурет) немесе қалқанның жоғары жағында таужынысты-кенді төсем жасау үшін төбе тұстағы кенді копарады (6.24-сурет).

6.24-сурет. Сақтандырғыш төсем жасау кезіндегі қалқан үстінде және қабат төбесінде көмір кентірегін қопару әдісі:

1-қалқан; 2-игерілген горизонттағы тасымалдау итрегі; 3-шпурлар; 4-ескі игерілген кеңістік; 5-сақтандырғыш таужынысты-кенді төсем



ВНИМИ-дің ұсынысы бойынша қалқан үстіндегі таужынысты-кенді төсемнің көлбеу биіктігі h_n қалқанмен игерілетін бағанның көлбеу биіктігінің

Н 50% кем болмауы қажет. Бұл төсем қалқан астына топырақтың өтіп кетуін болдырмайды. Сондықтан оны сақтандырғыш төсем деп атайды. Оның көлемін:

$$V = h_n L_{ii} \dot{I} = 0,5 \dot{I} L_{ii} \dot{I}, \text{ м}^3 \quad (6.40)$$

формуласымен анықтауға болады. Мұндағы L_{ii} – қалқан ұзындығы, м;

M – игеріліп жатқан көмір кені қабатының қалыпты қалыңдығы, м.

Жарылыс көрсеткіші $n=1$ болғанда:

$$V = k_p W^3 + k_p L_{ii} \dot{I} h_{\sigma}, \text{ м}^3; \quad (6.41)$$

мұндағы k_p – таужынысының қопсу коэффициенті, таужынысының бекемдік коэффициенті $f=4 \div 6$ болғанда $k_p=1,8 \div 1,9$, ал $f=6 \div 12$ болғанда $k_p=2,0 \div 2,2$.

k_p – көмірдің қопсу коэффициенті, таужынысының бекемдік коэффициенті $f=0,8 \div 4$ болғанда $k_p=1,3 \div 1,4$.

W – камералық оқтамның қысқа қарысу сызығы, м;

h_{σ} – горизонтаралық көмір кентірегiнiң көлбеу биіктігі, м.

Жоғарыда берілген теңдеу арқылы:

$$W = \sqrt[3]{\frac{L_{ii} \dot{I}}{k_p} (0,5H - k_p h_{\sigma})}. \quad (6.42)$$

Қалқан үстіндегі бір камералық оқтамның мөлшері:

$$Q = qW^3, \text{ кг}; \quad (6.43)$$

мұндағы q – ЖЗ-тың меншікті шығыны, $\text{кг}/\text{м}^3$, шамамен 1,8-ден 5,0 $\text{кг}/\text{м}^3$ қабылдау ұсынылады.

Қалқан үстінде бірнеше камералық оқтамдарды қолданғанда, олардың әрқайсысының шамасы сәйкесінше Q/N болады (мұнда N – камералық оқтамдардың саны).

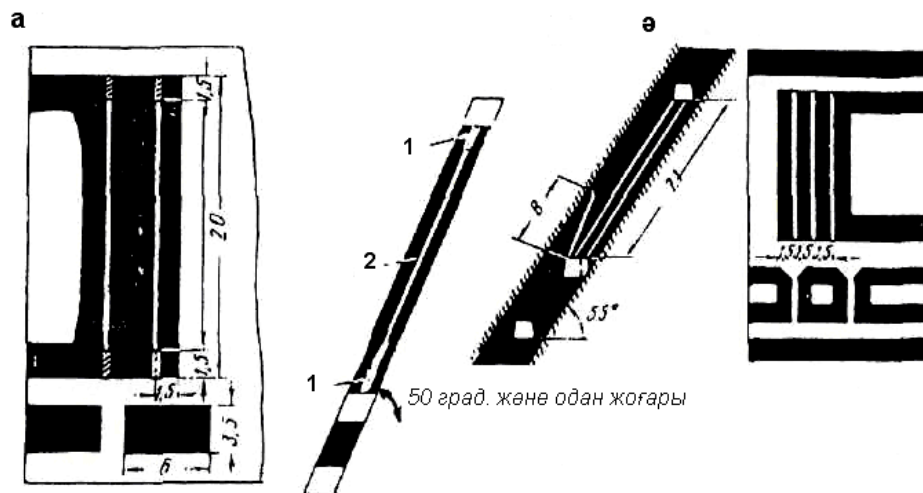
Жарылғыш зат салынған камераларды ілінбе беткейіндегі таужынысында монтаж қимасы деңгейінен жоғары 4–16 м қашықтықта орналастырады. Желдету штрегінен немесе қалқанның кез келген бір секциясының астынан камераға қарай көлденең қимасының ауданы 1,5–2,5 м^2 көлбеу немесе жазық қазбалар қазады. Сонымен қатар жазық қазбаларда камераларды оқтағаннан кейін тығын материалын орналастырады [3].

Жарылыс жұмыстарын қауіпсіз және сенімді орындау үшін, Кузбастың тәжірибесіне сәйкес келесі талаптарды орындау қажет:

- жарылыс жұмыстарын қалқан үстінде желдету қиын кеңістіктер болмағанда және қалқан пайдалануға берілгеннен кейін орындау қажет;
- оқтамдарды, жарылыстың қопарғыштық әсері қалқан үстіндегі көмір кентірегіне ғана таралып қоймай, сонымен бірге сол кентірек үстіндегі игерілген кеңістікті де қамтитындай етіп орналастыру қажет;
- тығын, оқтам камерасына дейін келетін жазық өткелдерді толық жабуы қажет және оқтамнан 2 м қашықтықта инертті шаң орналастыру керек;
- камералық оқтамдарды аттыру үшін екі электрлі аттыру желісін

қолдану қажет.

Көмір кенін жарылыс күшінің көмегімен қопарып өндіру кезіндегі ұңғымалардың орналасу сұлбасы 6.25-суретте көрсетілген.



6.25-сурет. Көмірді жарылыспен қопару кезіндегі ұңғымалардың орналасу сұлбасы:

а – қабат қалыңдығы 2 м дейін болғанда; б – қабат қалыңдығы 2 м-ден артық болғанда; 1-тығын; 2-ЖЗ оқтамы

6.5.1. Жерасты қазбаларын көмір шахталарының қауіпті жағдайларында өту кезіндегі жарылыс жұмыстарының ерекшеліктері

Көмір кенін 600 м және одан да төмен деңгейлерде жерасты әдісімен қазып өндіргенде лавалардан көмірдің және қазбалық забойлардан таужыныстарының үлкен көлемдегі лақтырындылары болуы мүмкін. Мұндай жағдайларда көмір кені мен таужыныстарын механикалық әдісті қолданып қазып алу қауіпті. Себебі жұмысшылар мүмкін болатын лақтырылыс ошақтарына жақын жерлерде жұмыс істейді. Осы себептерге байланысты қазбалық жұмыстардың қауіпсіз орындалуын қамтамасыз ету үшін жарылыс жұмыстарының арнайы әдістері қолданылады [3].

Қазбалық жұмыстарды қауіпсіз орындау үшін қолданылатын әдістердің бірі сілкітпе жарылыс (сотрясательный взрыв) болып табылады. Өнеркәсіп қауіпсіздігінің талаптарына сәйкес бұл әдіс лақтырынды болуы мүмкін қауіпті қабаттарды қазғанда, осындай қабаттарда дайындық және тазарту қазбаларын өткенде қолданылады. Сонымен қатар сілкітпе жарылыс талаптарын сақтай отырып орындалатын жарылыс жұмыстарын, қауіпті кен қабаттарын гидрожарылысты қолданып қопарғанда және қабаттан тыс жерде торпедалау жұмыстарын жүргізгенде, қолдануға болады.

Сілкітпе жарылыс – бұл көмір, таужыныстары және газдың оқыс лақтырындыларына бейім қабаттарда орындалатын және осы қауіптерден адам өмірін сақтауға бағытталған, белгілі тәртіппен орындалатын жарылыс жұмысы. Сілкітпе жарылыстың екі принципті мәні бар: қазбаның белгіленген

қимасында көмір мен таужыныстарын толық қопару және көмір мен газ лақтырындыларын болғызбау.

Сілкітпе жарылыс кезінде пайда болатын көмір мен газдың лақтырындылары келесі белгілерімен сипатталады:

- жарылыс күшімен қопарған кезде көмір кені забойдан алысқа лақтырылады;

- әдеттегі әдіспен салыстырғанда жерасты қазбаларына газ көп бөлінеді;

- көмір массивінде қуыс пайда болады.

Таужыныстары мен газ лақтырындылары жарылыс кезінде пайда болатын газодинамикалық құбылыс болып табылады. Олар таужынысы мен газды лақтыра отырып, жылдам таралатын массив қопарылысымен сипатталады. Таужынысы мен газ лақтырындысының негізгі белгілері:

- таужыныстарының қазбаның жобалық қимасының сыртында қопарылуы;

- жиек таужыныстарының жұқа қабықша пластинкаларына қабатталуынан массивте кеңістік пайда болады;

- таужыныстарының өте кіші өлшемдерге ұсақталуы мен забойдан алысқа лақтырылуы;

- қазбаға үлкен көлемде газ бөлінуі.

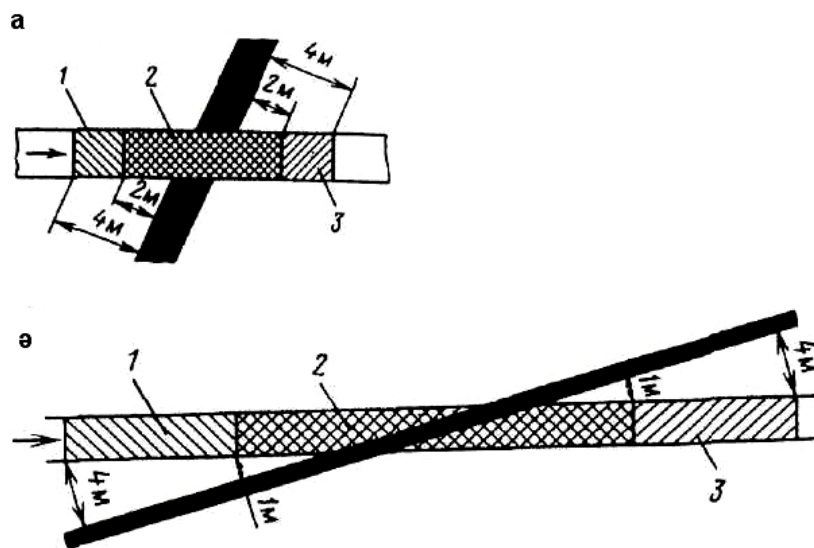
Көмір мен газдың оқыс лақтырындыларының қарқындылығы қазбаның қимасының ауданын үлкейткен кезде де жоғарылайды. Себебі лақтыру қаупі бар қабатта ашық кеңістіктер көбейеді [3].

Сонымен қатар көмір мен газ лақтырындыларының қарқындылығына қабаттың құлау бұрышы да әсер етеді. Сілкітпе жарылысты қолдану жағдайы мен аймағына байланысты шартты түрде алты түрге бөлуге болады (6.19-кесте). Солардың әрбірі жарылыс жұмыстарын орындаудың спецификалық параметрлерімен сипатталады.

6.19-кесте

Сілкітпе жарылыстың түрі	Сілкітпе жарылыстың қолданылу орны
Қабаттарды қазу	Жақындау және алыстау аймақтарындағы таужыныстары мен көмірді қопару
Дайындық және тазарту қазбаларының көмір мен аралас забойы	Қазбаның белгіленген қимасында көмір мен таужынысын толық қопару
Лақтыру қаупі бар таужыныстарында өтілетін қазбалар забойы	Қазбаның белгіленген қимасында таужынысын қопару
Дайындық және тілме қазбаларды өту кезінде көмір мен газ лақтырындыларының қарқындылығын төмендету әдістері	Сілкітпе жарылыс кезінде көмір мен газ лақтырындыларының қарқындылығы мен тездігін төмендету
Дайындық және тазартпа қазбаларындағы көмір қабатының забоймаңдық бөлігін торпедалау	Көмір мен газ лақтырындыларын жою
Тазарту забойының алдыңғы жағындағы қазбалық аймақтағы таужыныстарын алдын ала торпедалау	Көмір мен газ лақтырындыларының қарқындылығы мен тездігін төмендету немесе жою

Қазбаларды жерасты жағдайында қазғанда, ол бірнеше таужынысы немесе кен қабаттарын қиып өтуі мүмкін. Қазбаның кен қабаттарымен қиылысуы көбінесе, квершлагтарды өткенде кездеседі. Қазбаның кен қабаттарымен қиылысқан жерлерін қазғанда, әдетте, сілкітпе жарылыстар қолданылады. Бұл жұмыстар қазбаға 4 м қалған жерден басталып, қабатты толық қиып өткеннен кейін 4 м қашықтықтағы жерде бітеді. Сонымен қатар қазба қабатқа жақындау, қабатты қию және қабаттан алыстау аймақтарына бөлінеді. Күрт көлбеу және жайпақ қабаттарды квершлагтармен қазу сұлбасы және аймақтардың өлшемдері 6.26-суретте көрсетілген.



6.26-сурет. Қабаттарды квершлагтармен қазу сұлбалары:

а – күрт көлбеу қабаттар; б – жайпақ қабаттар; 1-жақындау аймағы; 2-қиылысу аймағы; 3-алыстау аймағы

Сілкітпе жарылыстың параметрлері қабаттың күрт көлбеу және жайпақ екендігіне де байланысты болады [3].

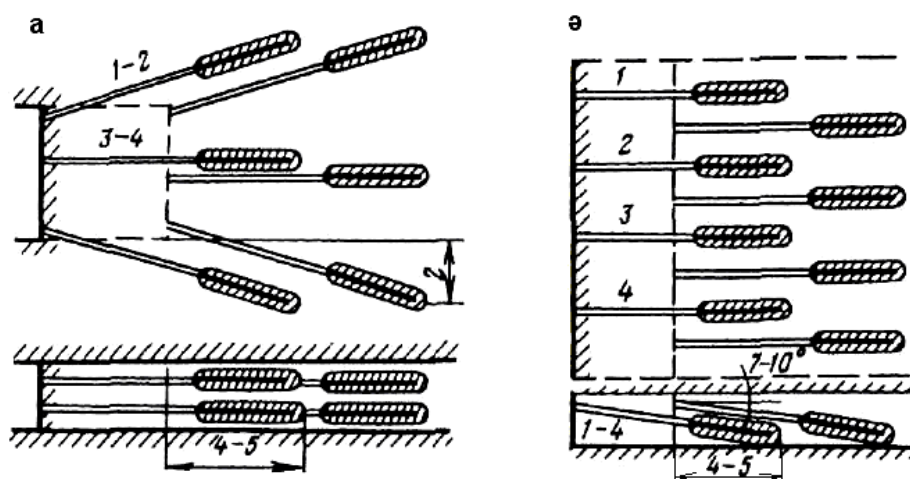
Сілкітпе жарылыс кезінде қиылысу жеріндегі күрт көлбеу қабат пен квершлаг забойының арасындағы таужынысы қабатының қалыңдығы 2 м-ден кем болмауы керек. Қабат қалыңдығы 2,5 м артық болғанда, таужынысының тығын тірегін 1 м-ге дейін төмендетуге болады.

Қазба забойында сілкітпе жарылыс қолданғанда әр аймаққа жеке бұрғылау-аттыру жұмысының паспорты құрастырылады. Квершлаг, қалыңдығы 2,5 м-ге дейінгі күрт құлама қабаттарды қиғанда, таужынысы тығыны мен көмір кенін бір атылыспен қопарған тиімді. Сонымен қатар бұрғылау-аттыру жұмыстарының паспортын құрастырғанда, сілкітпе жарылыс сандарын барынша азайтуға тырысу қажет (6.27-сурет).

Таужынысы қабаты мен күрт құлама көмір қабатын бір уақытта қопару үшін қысқа кідіртіп аттыруды қолданғанда, массивті қопару тәртібінің тиімді сұлбасын таңдап алған жөн. Мұндай жағдайда бірінші таужынысы тығынының орта бөлігі, содан кейін көмір қабаты мен тығынның қалған бөлігі аттырылады. Таужыныстарын қопарудың бұл тізбегін, яғни ярусты аттыру

әдісін қабат қалыңдығы 0,6 м және одан көп болғанда, қысқа кідіртіп қоздыру арқылы қолдануға болады.

Көмір қабаттарын сілкітпе жарылыспен қопарып өндіруде, әдетте IV кластағы жарылғыш заттар қолданылады (Т-19 және ПЖВ-20 аммониттері). Бірақ таужынысы тығынында құмдақтар немесе бекем таужыныстары кездесетін болса, мұндай жарылғыш заттар жарылыстың қажетті қуатын қамтамасыз ете алмауы мүмкін. Сондықтан таужынысының бекемдік коэффициенті 5 және одан жоғары болғанда көмір қабатын қопарып өндіру үшін жұмыс істеуге қабілеттігі жоғары III кластағы жарылғыш заттарды (АП-5ЖВ аммониті) қолдануға рұқсат етіледі [3].



6.27-сурет. Массивті тізбекті қопару сұлбасы:

a – қалыңдығы 0,6–2,5 м күрт құлама қабаттар; *ә* – қалыңдығы 0,55 м-ге дейінгі күрт құлама қабаттар; 1, 2, 3, 4 – кезекпен қопарылатын массив аймақтары

Көмір кені мен таужыныстарында квершлагтар күрт құлама қабаттарды қиып өтетін болса, сілкітпе жарылыс үшін қолданылатын IV класты жарылғыш заттардың меншікті шығынының мәнін 6.20-кестеге сәйкес таңдап алуға болады.

6.20-кесте

Таужыныстарының бекемдік коэффициенті f	Қазбаның қимасының ауданына (m^2) сәйкес жарылғыш заттардың меншікті шығыны kg/m^3				
	< 6	6–8,5	9–11,5	12–15,5	≥ 16
0,8–2,0	1,5–1,7	1,4–1,5	1,3–1,4	1,2–1,3	1,1–1,3
2,5–3,5	2,0–2,2	1,9–2,0	1,7–1,8	1,6–1,7	1,4–1,6
4,0–5,5	2,2–2,4	2,0–2,3	1,8–2,1	1,7–1,9	1,6–1,7
6–7	2,3–2,5	2,2–2,4	2,1–2,4	2,0–2,2	1,8–2,0
> 7	2,8–3,5	2,5–3,3	2,3–3,0	2,2–2,9	2,1–2,7

Қазбалар жайпақ көмір қабаттарын қиып өтетін болса, табан тұсындағы таужыныстарын қопару үшін қолданылатын жарылғыш заттардың меншікті шығынын 6.18-кестедегі мәндерден 15–20% кем етіп қабылдап алу қажет.

Лақтырынды қауіп бар қабаттарда қолданылатын жарылыс жұмыстарының бұрғылау-аттыру паспортын құрастырғанда жарылғыш зат оқтамдарын таужынысы мен көмір массивінде орналасатындай етіп қабылдау қажет. Ал электрдүмпіткіштер кідіру уақытына байланысты бірінші таужынысының тығыны, сосын көмір қабаты атылатын етіп орналасуы тиіс.

Көмір кенін тізбекті қопаруда оқтамдарды ярусты орналастыру әдісін аралық тығындармен бөлінген, ыдыратылған оқтамдарды қолдану арқылы іске асыруға болады. Өнеркәсіп қауіпсіздігінің талаптарын ескере отырып, ыдыратылған оқтамдарды келесі жағдайлар орындалғанда қолдануға болады: бірінші яруста қолданылатын IV және V класты жарылғыш заттардың оқтамының массасы 1,2 кг аспауы қажет, ыдыратынды оқтамдар арасындағы аралық тығындардың ұзындығы 0,75 м-ден кем болмауы қажет. Аралық тығын ретінде құм мен саз топырақтың 1:1 қатынастағы қоспасын немесе комбинациялы тығын ретінде ұзындығы 0,6 м-ден кем емес су құйылған полиэтилен ампулаларын қолдануға болады. I және II ярус оқтамдарының арасындағы кідіру уақытын 30–50 мс арасында қабылдау қажет. Ал электрдүмпіткіштер тізбекті жалғанады. Егер лақтырылу қауіп бар кен қабаттарын тік оқпан қазбасы қиып өтетін болса және сілкітпе жарылыс үшін II класты жарылғыш зат қолданылатын болса, ыдыратылған оқтам конструкциясын басқаша қабылдау қажет, яғни I ярустағы оқтам массасын 1 кг артық емес, ал аралық тығынның ұзындығы 1 м кем емес болуы қажет.

Дайындық қазбаларын сілкітпе жарылысты қолданып өту әдісі көмірді алдын ала қопару немесе бірдей уақытта көмір мен таужынысын қопару арқылы іске асырылуы мүмкін. Бірінші әдісті қабатының қалыңдығы орташа, аралас забойларда, ал екінші әдісті өте жұқа кен қабаттарында қазбаларды өткенде қолданған тиімді [3].

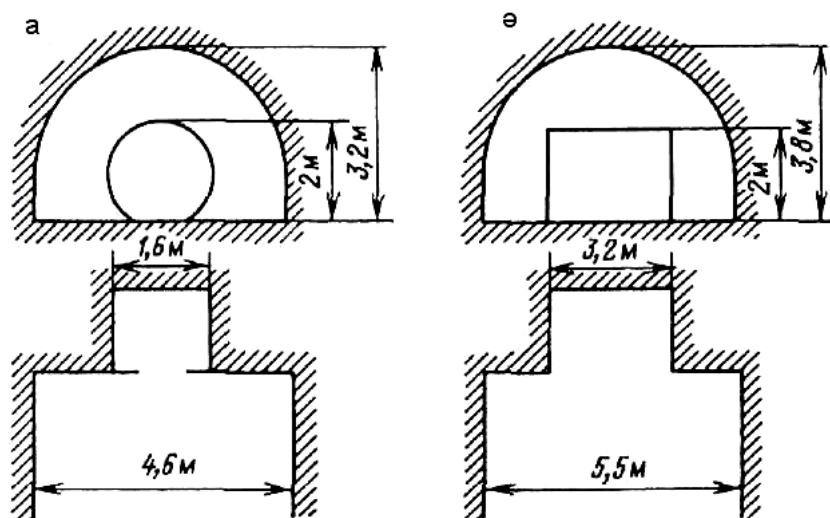
Дайындық қазбаларын жайпақ және көлбеу құлама қабаттарда өту үшін құрастырылатын бұрғылап-аттыру жұмыстарының паспорты аз сілкітпе жарылыс санымен забойды максимальды алға жылжыту есебімен құрастырылуы қажет. Сонымен қатар шпурды пайдалану коэффициенті тек көмірді аттып қопарғанда 0,85 кем емес, ал көмір мен таужынысын бір уақытта аттырып қопарғанда 0,8 кем емес қабылдануы қажет.

Тек көмір кенін сілкітпе жарылыспен қопарғанда шпурлардың тереңдігін 1,8–2,9 м шамасында, ал аралас забойларда 1,8–2,6 м шамасында қабылдайды.

Шпурлық оқтамның массасы әдетте сынақ әдістерімен қабылданады. Оның шамалық мөлшерлерін төмендегідей етіп қабылдайды: көмір кенінде бұрғыланған ұзындығы 1,8–2,5 м шпурларда 0,6–0,9 кг, ал бекемдік коэффициенті 3–6 болатын таужыныстарында сондай шпурларда 0,9–1,2 кг болады.

Жоғарыда айтып кеткеніміздей жерасты қазбаларын лақтырылым қауіп бар таужыныстарының массивінде өткенде жарылыс жұмыстарының параметрлерін өте жоғары дәлдікпен тандап алу қажет. Мұндай жағдайларда қазбалардың қауіпсіз өту әдістерінің бірі қимасының өлшемі кіші оздырма забой қолдану арқылы қазу болып табылады (6.28-сурет). Мұнда жарылыс

жұмыстары екі забойда бір кезеңде орындалады. Сонда, негізгі забойдан қопарылған таужыныстары оздырма забойдың қимасын толық жабуы арқылы лақтырылымдар жойылады [3].



6.28-сурет. Қимасы кіші оздырма забойды қолдану арқылы дайындық қазбаларын сілкітпе жарылыспен өту сұлбалары:
a – дөңгелек түрі; *ә* – тікбұрышты түрі

Лақтырылу қаупі бар таужыныстарында қазбаларды өту үшін құрастырылатын бұрғылап-аттыру жұмыстарының тиімді параметрлері:

Сақтандырғыш ЖЗ-тың меншікті шығыны, кг/м ³	1,6–1,8
Шпурлардың тереңдігі, м.....	1,6–1,8
Оздырма забойдағы шпурлар саны:	
қауіпті аймақтарда.....	12
қауіпті емес аймақтарда.....	21
Қауіпті аймақтағы оздырма забойдың өлшемдері, м:	
биіктігі.....	2,0
ені.....	1,6
Қауіпті емес аймақтағы оздырма забойдың өлшемдері, м:	
биіктігі.....	2,0
ені.....	3,2
Мүмкін болатын кідірту уақыты, мс.....	135

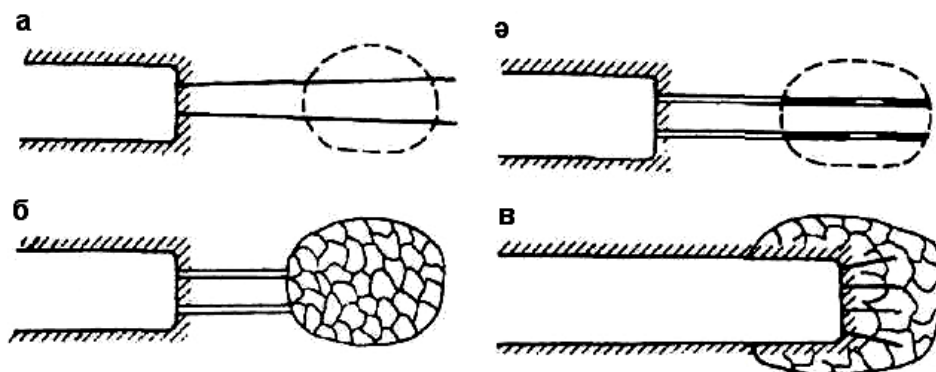
Жоғарыда келтірілген әдістердің негізгі кемшілігі, олар лақтырылым ошағының күйін өзгерте алмайды. Олар тек лақтырылым қуатын төмендетуі мүмкін.

Осы себептерге байланысты тиімді әдістердің бірі ретінде Мәскеу Тау-кен институтының ұсынған лақтырылым ошағын терең жарылыстар арқылы алдын ала қауіпсіздендіру әдісін айтуға болады. Оның мәні мынада:

- ұзындығы 5 м кем емес таужынысы тығынының артында тұрып барлау қуыстарын бұрғылау арқылы лақтырылым қаупі бар ошақты табу (6.29a-сурет);
- ошақ аймағына диаметрі 100–150 мм болатын 3–4 терең ұңғыма

бұрғылайды да, оларды қуатты жарылғыш заттармен оқтап, аттырады (6.29а, б-суреттер). Соның әсерінен массивте терең жарылыс болып жарықшақтар пайда болады. Сол уақытта құмдақтағы қуыстар ашылып, метан ұңғымалар арқылы қазбаға лақтырылады;

- қауіпсіздендіру жұмыстары біткеннен кейін қарапайым сілкітпе жарылысты қолданып, қазбада жарылыс жұмыстарын жалғастыра беруге болады (6.29в-сурет).

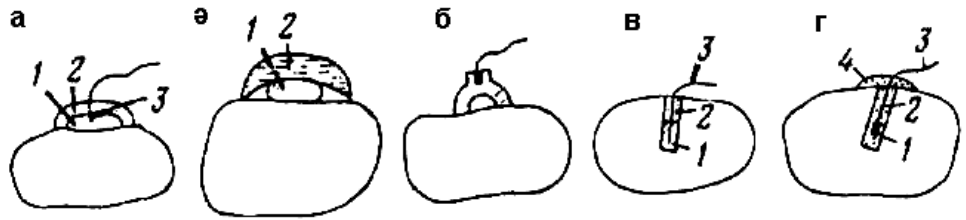


6.29-сурет. Лақтырылым қауіп бар таужыныстарында қазбаларды өту сұлбалары: а – лақтырылым ошағын керн бұрғылау арқылы анықтау; ә – терең ұңғымаларды бұрғылау; б – жарылыспен лақтырылым ошағын қауіпсіздендіру; в – қауіпсіздендіру жұмыстары біткеннен кейін қазбалық жұмыстарды жалғастыру

6.6. Жарылыс күшін пайдаланып өлшемі үлкен кесектерді екінші рет ұсақтау

Кеніштер мен карьерлерде бекем таужыныстарын ұңғымалық оқтамдармен қопарғанда өлшемі үлкен кесектердің (негабариттер) шығымы 10%-ға дейін жетеді. Өлшемі үлкен кесектердің көп көлемде шығуы кәсіпорынның техникалық-экономикалық көрсеткіштерін төмендетеді, технологиялық процесті қиындатады, тиіп-тасымалдау өнімділігін төмендетіп, пайдалы қазбаның өзіндік құнын арттырып жібереді. Сондықтан оларды екінші рет қайта ұсақтау қажет болады. Өлшемі үлкен кесектерді екінші рет ұсақтаудың әдістері жеткілікті: жарылыс күшін қолдану, механикалық жолмен ұсақтау (пневматикалық және гидравликалық соққылау машиналарын қолдану), термикалық және электрфизикалық (ток күштерін қолдану) ұсақтау әдістері. Солардың ішінде тау-кен өндірісінде ең көп қолданылатын әдістердің бірі жарылыс күшін қолданып ұсақтау [3].

Жарылыс күшін қолданып үлкен кесектерді екінші рет ұсақтаудың: шпур бұрғыламай қарапайым бастырма оқтам қолдану (6.30а-сурет); гидроэкранды бастырма оқтам қолдану (6.30ә-сурет); кумулятивті оқтам қолдану (6.30б-сурет); шпурлық оқтам қолдану (6.30в-сурет); гидрожарылысты микрооқтамдар қолдану түрлері бар (6.30г-сурет).



6.30-сурет. Өлшемі үлкен кесектерді жарылыспен ұсақтау әдістері:

а – бастырма оқтам: 1-жарылғыш зат; 2-тығын; ә – ЖЗ оқтамдын гидроэкрандау: 1-жарылғыш зат; 2-су құйылған ыдыс; б – кумулятивті бастырма оқтам; в – шпурлық оқтам: 1-жарылғыш зат; 2-тығын; 3-тұтандырғыш түтік; г – гидрожарылыс: 1-жарылғыш зат; 2-шпурдағы су; 3-дүмпіткіш пілте кесіндісі; 4-қосымша тығын

Өлшемі үлкен кесектерді шпурлық оқтам әдісімен ұсақтау. Бұл әдісте кесекте, кесек қалыңдығының 0,3–0,5 бөлігінде диаметрі 28–30 мм болатын бір немесе бірнеше шпурлар бұрғыланады. Шпурға түйіршіктелген немесе оқшандалған жарылғыш заттарды оқтап, тұтандырғыш түтік орналастырады.

Ұсақтауға жұмсалатын жалпы оқтам массасы [17]:

$$Q = q_v V, \text{ кг} \quad (6.44)$$

формуламен анықталады. Мұндағы q_v – іштен әсер ету оқтамдарына арналған ЖЗ есепті меншікті шығыны, кг/м^3 ;

V – үлкен кесектің көлемі, м^3 .

Бір шпур оқтаманың массасы:

$$Q_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Delta l_u \kappa, \text{ кг;} \quad (6.45)$$

мұндағы d – шпур диаметрі, м;

Δ – оқтау тығыздығы, кг/м^3 ;

l_u – шпур тереңдігі, м;

κ – шпурды толтыру коэффициенті, $\kappa=2/3$.

Көлемі үлкен кесекке кететін шпурлар саны:

$$N = Q/Q_1, \text{ дана.} \quad (6.46)$$

Бұл әдістің негізгі кемшіліктері: өзіндік құны қымбат, шпурларды бұрғылауға үлкен еңбек жұмсау қажет.

Көлемі үлкен кесектерді сыртқы оқтамдармен қопару. Бұл әдісте кесектердің үстіне оқтамдар орналастырылып аттырылады. Сонда кесектер соққы толқынының әсерінен қопарылады, ал жарылыстың газ тәрізді өнімдері қопару жұмысына әсер етпейді. Бұл әдіс жарылғыш заттың меншікті шығынының жоғарылығымен сипатталады. Сонымен қатар өте жоғары дыбыс және ауа толқыны таралады [3].

Көлемі үлкен кесектерді кумулятивті ЗКП және ЗКН оқтамдарымен қопарғанда, олар жарылғыш заттың меншікті шығынын 8–9 есе азайтуға, ұсақ кесектердің шашырауы мен ауа толқынының күшін төмендетуге мүмкіндік береді.

Сыртқы оқтамдар арқылы қопарған кезде ЖЗ оқтаманың жалпы массасы:

$$Q = q_n V, \text{ кг} \quad (6.21)$$

Формуламен анықталады. Мұндағы q_n – үлкен кесектерді сырттан әсер ететін,

бастырма оқтамдармен қопарған кездегі ЖЗ-тың есепті меншікті шығыны, кг/м³.

q_v және q_n шамаларын 6.21-кестеден қабылдауға болады.

6.21-кесте

q_v және q_n шамалары

Таужыныстарының категориялары	Көлемі үлкен кесектерді қопаруға арналған ЖЗ-тың есепті меншікті шығыны (аммонит бЖВ үшін) кг/м ³			
	0,5 м іштен әсер ететін оқтамдар үшін	Қабырға ұзындығы 0,7 м кездегі	0,5 м сыртқы оқтамдар үшін	Қабырға ұзындығы 0,7 м кездегі
VII–VIII	0,38	0,2	1,4	1,45
IX–X	0,5	0,27	1,6	1,65
XI–XIII	0,58	0,29	1,8	1,85
XIV–XVI	0,65	0,32	2,0	2,1

Мысал. Сыртқы өлшемі 2x1,5x1 м болатын VIII категориялы көлемі үлкен әк тас кесегін қопару үшін сыртқы және іштен әсер ететін ЖЗ оқтамдарының массасын және бұрғылау шығынын анықтаймыз [17].

Шешімі. Шпур тереңдігі:

$$l_{ш} = \frac{1}{3} \cdot 2 = 0,67 \text{ м.}$$

Оқтамның қажетті массасы:

$$Q = q_v V = 0,38 \cdot 3 = 1,14 \text{ кг.}$$

Оқтау тығыздығы 900 кг/м³ кездегі бір шпур оқтамының массасы:

$$Q_1 = \frac{3,14 \cdot (3 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 900 \cdot 0,44}{4} = 0,28 \text{ кг.}$$

Қажетті шпурлар саны:

$$N = Q/Q_1 = 1,14/0,28 = 4 \text{ дана.}$$

Кесекті бұрғылауға кететін шығын:

$$L = 2l_{ш} = 2 \cdot 0,67 = 1,34 \text{ м.}$$

Сыртқы бастырма оқтамның қажетті массасы:

$$Q = q_n V = 1,45 \cdot 3 = 4,35 \text{ кг.}$$

Микрооқтамдар жарылысын қолданып, көлемі үлкен кесектерді қопару. Бұл әдісте кесекте бұрғыланған шпурлардың ішіне бірінші су құйып, сосын суға төзімді қапқа орналастырылған массасы 20–50 г жарылғыш заттың оқтамы салынады. Жарылғыш зат ретінде бЖВ аммонитін қолдануға болады. Әдістің артықшылығы: қопарылған кесектер алысқа шашырамайды және кесекті қопаруға жарылғыш зат аз жұмсалады [3].

Көлемі шамамен 20 м³ болатын кесекті микрооқтаммен қопару үшін тереңдігі 1,2 м 3 шпур қолдануға болады. Шпурдың тереңдігі шамамен кесектің жартысындай болуы қажет.

Егер қоршаған ауаның температурасы төмен, яғни су қататындай болса, онда шпур ішіне құйылатын судың орнына қату температурасы төмен

майларды (соляр майы немесе дизель майы) қолдануға болады.

6.7. Жерасты жағдайында жару жұмыстарын қауіпсіз орындау талаптары

Жерасты қазбаларында жару жұмыстары бекітілген ереже бойынша орындау керек. Бір-біріне қарама-қарсы қазылып келе жатқан қазбаларда аттыру жұмыстарын жүргізу үшін мына талаптар қойылады [15, 27]:

- қарама-қарсы бағыттағы забойлар бір-біріне 15 м жақын келген кезде шпурларға жарылғыш заттарды оқтар алдында жару жұмыстарына қатыспайтын адамдардың барлығы қауіпсіз аймаққа шығарылып, қарсы забойға күзет бекеті қойылуы керек. Шпурлық оқтамдарды әр забойда әртүрлі уақытта арадағы кентіректің өлшемін анықтай отырып жүргізу керек. Әрбір жеке атылатын оқтамды жару үшін жарушыға (қопарушыға) шахта жетекшісімен бекітілген наряд-жолдамасы берілуі керек;

- қарсы забойдағы адамдар қауіпсіз аймаққа шығарылып, онда күзет бекеті қойылғаннан кейін ғана, екінші забойда жару жұмыстарын бастауға болады;

- қарсы забойдағы күзет бекеті жарушының рұқсатымен алынады;

- қарама-қарсы келе жатқан забой арасындағы кентірек өлшемі 7 м жеткенде бір забойдағы жұмыстар тоқтатылып, жару жұмыстары тек бір қазбада жүргізіледі;

- газ және шаң бойынша қауіпті шахталар мен кеніштерде жару жұмыстарынан алдын газдың мөлшері өлшеніп, тұрақты желдету сұлбасымен қамтамасыз етілуі керек.

Көмір және тақтатасты шахталарда параллельді бағытта қазылып жатқан қазбаларда, олардың арақашықтығы 15 м және одан аз болса, бір забойда жару жұмыстарын жүргізу үшін екінші забойдан адамдарды қауіпсіз аймаққа шығару керек. Егер қазбалар арасындағы кентіректің өлшемі 50 м-ден артық болса, онда екі қазбада да жару жұмыстарын бір уақытта жүргізуге болады.

Жарылғыш зат сақталатын қоймалардан 30 м жақын жерде жару жұмыстарын жүргізуге рұқсат етілмейді. Сонымен қатар, жару жұмыстарын жүргізетін орынға 20 м жақын жерде қопарылған таужынысының көлемі жатса немесе қазбаның көлденең қимасының 1/3 бөлігін алып жатқан ірі заттар болса, жару жұмыстарын жүргізуге болмайды.

Шахта оқпандарын қазып, тереңдеткенде жару жұмыстарын жүргізу ерекшелігі. Шахта оқпандарын қазып, тереңдеткенде жару жұмыстарын жербетінен немесе жоғарғы горизонттан орындау керек. Жару жұмыстарын жүргізетін азаматтар таза ауа жүріп тұрған қазбада болулары керек. От арқылы аттыру әдісін қолдануға рұқсат етілмейді [15, 27].

Оталдырғыш-оқшандарды асты ашылатын қауғаларда көтеріп-түсіруге болмайды. Оқпан бойымен көтеріп-түсіру жылдамдығы бағыттауышсыз 1 м/с, бағыттауышпен 2 м/с аспауы керек.

Оталдырғыш-оқшандарды оқпанға басқа жарылғыш заттардан жеке,

жарушының күзетімен түсіру керек. Жұмысшы сөреде және тартпа жақтауында тек қауғаның жүрісін бақылайтын адамдар ғана болуы керек. Шахта оқпанының сулы забойында электрлі аттыру желісін антенді сымдардың көмегімен құрастыру керек. Сымдар бекітілетін антеналардың биіктігі, су деңгейінен жоғары болуы керек. Жарушы желіні жалғау жұмыстарын забойдан жұмысшылар толық шыққан кейін бастауы керек. Магистральдық сымдар ретінде су өткізбейтін қабы бар сымдарды қолдану керек.

Тоннель және метрополитен құрылысы кезіндегі жару жұмыстарын жүргізу ерекшелігі. Жерасты және жер беті ғимараттарына жақын жерде жару жұмыстарын өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау органымен келісілген жоба бойынша жүргізеді. Қалалық жағдайда шахта оқпандарын қазған кезде, су келімі жоғары болғанда, оталдырғыш-оқшандарды забойға жақын орналасқан сөреде жасауға болады. Шпурларды оқтау және аттыру желісін құрастыру, тек сөрелердің көмегімен жүргізілуі керек. Тоннельдерді қазғанда, электрлі аттыру желісін құрастырар алдында барлық жабдықтар кернеуден ажыратылуы тиіс. Оталдырғыш-оқшандарды қалқандардың немесе тубинг қалағыштардың жанында дайындауға болмайды [15, 27].

Қалқанды забойда жеке от арқылы аттыру кезінде оқтау, жару жұмыстарын бір уақытта тек екі яруста ғана жүргізуге болады. Бір жазық яруста 10 шпурға дейін аттыруға рұқсат етіледі. Екі жазық ярустарда – бір уақытта 8 оқтамнан артық жаруға болмайды.

Газ бен шаңнан қауіпті шахталарда аттыру жұмыстарын жүргізу ерекшелігі. Газ бен шаңнан қауіпті шахталарда жару жұмыстарын жүргізген кезде ЖЗ-ды оқтау, аттыру алдында және атылыстан кейін, шебер-жарушы метан мөлшерін тексеріп отыруы керек. Егер қазба мен оған 20 м жақын жерде метан мөлшері 1% жоғары болса, онда жару жұмыстарын орындауға болмайды.

Мына жағдайларда аттыру жұмыстарын орындауға рұқсат етіледі:

- үзіліссіз тұрақты желденіп тұратын және көмір шаңын басуға байланысты шаралар орындалған қазбаларда;

- метан бөлінетін қазбаларда жалыннан қауіпсіз аспаптарды қолданып аттыруға болады;

- сілкітпе, ірі кесектерді қопару, атылмай қалған оқтамдарды жою үшін жару жұмыстарын жүргізу, өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау органы өкілінің қатысуымен орындалуы керек.

Газ бен шаңнан қауіпті шахталарда жарылғыш заттар забойдағы жұмыстың қауіптілік дәрежесіне байланысты кәсіпорын жетекшісімен таңдалады.

II классты сақтандырылмайтын ЖЗ-ды мына жағдайларда қолдануға рұқсат етіледі:

- тік, жазық және көлбеу қазбаларды өткенде, забойда метан газы бөлінбейтін болса, забойдағы судың деңгейі 20 см дейін болса, забойдың кез келген нүктесінен көмір қабатына дейінгі арақашықтық 5 м артық болған жағдайда;

- шахта оқпандарын қазған кезде, көмір қабатымен кездеспейтін жағдайларда;

- алысқа ұшу қауіпі бар таужыныстарында сілкітпе жарылыс жұмыстарын жүргізген кезде;

- көмір қабаттарында торпедалау кезінде;

- саз топырақтардың құлауынан қауіпті аймақтарда қалқан үстіне сақтандырғыш төсем жасау үшін ұңғымалық оқтамаларды қолданған кезде;

- күрделі қопарылатын қазба төбелерін алдын ала нығайту үшін, т.б.

III классты сақтандырғыш ЖЗ-ды мына жағдайларда қолдануға рұқсат етіледі:

- жарылыс шаңы шықпайтын тек қана таужынысы бойымен қазбаларды қазған кезде;

- шахта оқпандарын қазып, тереңдеткен кезде.

Сонымен қатар, IV және V класты сақтандырғыш ЖЗ-ды жерасты жағдайында қолданғанда жару жұмыстарын орындаудың қауіпсіздік талаптарын қатаң сақтаған жөн.

ЖЗ-ды оқтау және жару жұмыстары қазбаны толық желдетіліп, ондағы метан мөлшері өлшенгеннен кейін орындалуы керек.

Қазбаны таужынысының бойымен жүргізгенде онда метан газы бөлінбейтін болса, лезде, сәл кідіріп және екі секундқа дейін кідіріп атылатын электрдүмпіткіштерді қолданып жару жұмыстарын орындауға болады. Ал газ немесе көмір шаңы бөлінетін қазбаларда кідіру уақыты – 40 мс аспайтын сәл кідірілетін электрдүмпіткіштер қолданылады.

Бір шпурға әртүрлі кластағы ЖЗ-ды оқтауға және бір оталдырғыш-оқшаннан артық салуға болмайды. ЖЗ оқтамдарын көмір және таужынысы бойымен аттырған кезде шпурлардың минималь тереңдігі 0,6 м болуы керек. Шпурларға тығын ретінде саз-балшықты, балшықтың құммен араласқан қоспасын және арнайы жасалған қақпақтарды қолдануға болады.

Жарылғыш заттарды механикалық оқтау. Қазіргі кезде кенөндіру кәсіпорындарында механикалық оқтау әдісі кеңінен қолданылуда [15, 27].

Өндіріс орнында жару жұмыстарын орындаған кезде механикалық оқтау әдісінің мәні мынада, жарылғыш заттар ұңғымаларға өз ағысымен немесе оқтау машинасындағы бункерден шнектермен беріледі. Сонымен қатар оқтау құрылғыларының көмегімен құбыр өткізгіштер бойымен 0,3-0,6 МПа қысым астында әртүрлі жылдамдықпен және арақашықтықта жеткізіледі.

Механикалық әдісті енгізу жұмысшы еңбегін жеңілдетеді және жару жұмыстары кезінде өнімділікті жоғарылатады, бірақ механикалық оқтау кезіндегі пайда болатын қауіпті жағдайларды шеше алмайды. Механикалық оқтау кезінде түйіршіктелген жарылғыш заттар әртүрлі механикалық жүктемелерге кездеседі, соның нәтижесінде түйіршіктер бұзылып шаң пайда болады және түйіршіктердің құбыр бойымен жылжуынан статикалық ток жиналып ол шаңның атылып кетуіне алып келуі мүмкін.

Сондықтан механикалық оқтау кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін, оқтау машиналарымен жұмыс істеу үшін келесі талаптарды орындау керек:

- жарылғыш заттардың механикалық әсерге сезімталдығын анықтау және олардың қауіпсіз параметрлерін анықтау, соның негізінде қауіпсіз және тиімді оқтау құрылғысын жасау;

- әртүрлі түйіршіктелген жарылғыш заттардың электрлену дәрежесін үйрену және пневмотасымалдап оқтау кезінде статикалық токтың жиналғанын білдіретін шаралар жасау;

- жерасты жағдайларында оқтау кезінде пайда болатын шанды басу жабдықтарын жасау.

Механикалық оқтаумен айналысатын жарушы оқтау аспабын жақсы білуі керек, сонымен қатар оқтау режимдерін басқарып механизмдерді тазалап білуі керек. Сондықтан механикалық оқтаумен айналысатын адам арнайы курстан өтіп емтихан тапсыруы керек.

Құбырөткізгіштер ток өткізетін немесе жартылай өткізетін меншікті кедергісі 10^6 Ом·см аспайтын құбыр және шлангалардан жасалуы керек және олар міндетті түрде жерге тұйықталуы керек. Пластмассалы шлангалар майға тұрақты болуы керек және төмен температура кезде иілгіштігін сақтауы керек.

Шпурларды механикалық оқтау. Түйіршіктелген жарылғыш заттарды шпурларға оқтау үшін эжекторлы және камералы оқтамдар, құрамында суы бар жарылғыш заттарды оқтау үшін – диафрагмалы және роторлы сорапты, оқшандалған жарылғыш заттарды оқтау үшін – итеретін және лақтыратын түрдегі оқтамдар қолданылуы мүмкін [15, 27].

Механикалық оқтау кезінде барлық қоздыру: отты, электрлі және дүмпіткіш пілте көмегі әдістерін қолдануға болады. Бірақ электрлі аттыру әдісін қолданғанда қауіпсіздік талаптарына сәйкес тек сызықты қоздыру қолданылуы керек және оталдырғышты шпурға жарылғыш затты оқтап болып оқтау құрылғысын забойдан шығарғаннан кейін салу керек. Бұл шектеу механикалық оқтау кезінде пайда болатын статикалық токқа байланысты. Қазбалық забойда шпурлар саны көп болған кезде, шпурдың сыртқы бөлігінде атылыстар болуы мүмкін. Соның нәтижесінде кейбір оқтамдар атылмай қалуы мүмкін, бұл үлкен қауіп тудырады.

Соған байланысты механикалық оқтау әдісін қолданғанда жарылғыш затты қоздыру үшін от арқылы аттыру әдісін қолданған тиімді. Сонымен қатар қауіпсіздік талаптарына сәйкес статикалық ток пайда болған кезде кері оталдыру әдісін пайдалануға болады.

Түйіршікті жарылғыш заттарды эжекторлы оқтамамен механикалы оқтаған кезде өте қарқынды жылдамдық әсерінен түйіршіктер бұзылады және үлкен көлемде шаң бөліп шығарады. Сондықтан жарушылар мұндай оқтамамен жұмыс істеген кезде респиратор және көзілдіріктер киюі керек. Сонымен қатар мұндай шандар жалынға өте сезімтал болып келеді.

Камералық түрдегі оқтамды қолданған кезде ыдыстың иілмелілігіне көңіл аудару керек. Егер оның қақпағы болттармен бекітілетін болса, олардың барлығы бірдей бекітілуі керек. Барлық конструкцияларда тығыздағыш прокладканың жағдайын бақылап отыру керек және сығылған ауаның қысымы паспорттағы деректерден аспауы керек.

Итермелі оқтамдар шпурларды оқтау үшін көп қолданылмайды. Егер

қолданылған жағдайда оларға тек бір ғана шектеу қойылады: оқшандардың шпур бойымен жүру жылдамдығы 0,6 м/с аспауы керек.

Оқшандалған жарылғыш заттарды пневмооқтағыштармен оқтау шетелдерде кеңінен қолданылады. Мұндай жағдайда олар келесі талаптарды қояды:

- құрғақ шпурларды оқтағанда динамит құрамындағы нитроглицериннің мөлшері 35% аспауы керек;
- ылғал шпурларда барлық өндірістік жарылғыш заттарды қолдануға болады, бірақ нитроглицериннің мөлшері 95% аспауы керек;
- оқшандардың оқтау құбырындағы жылжу жылдамдығы 10 м/с аспауы керек.

Ұңғымаларды механикалық оқтау. Карьерлерде ұңғымаларды оқтау кезінде автокөліктерге жабдықталған ауыр оқтау құрылғылары қолданылады. Түйіршіктелген жарылғыш заттар үшін – СУЗН – 5А, МЗ – 3, МЗ – 4, МЗ – 8, құрамында суы бар жарылғыш заттар үшін – Акватол – IV, Акватол – III машиналары қолданылады. Жерасты жұмыстарында негізінен барабанды (ЗМБС) және камералы (ЗМК) оқтауыштары қолданылады [15, 27].

Көліктік машина оқтауыштары келесі талаптарды қанағаттандыруы керек: глушительдеріне жалын сөндіргіш жабдықтар орнатылуы керек және машинаға екі өрт сөндіргіш қойылуы керек.

Жарылғыш заттарды пневматикалық оқтайтын машиналары ток өткізгіш шлангаларымен және статикалық токты сөндіретін қосымша жабдықтармен қамтамасыз етілуі керек.

Жерасты қазбалары құрылыстарында түйіршіктелген жарылғыш заттарды пневматикалық оқтау кеңінен қолданылады. Бұл әдісте: шаңның қарқынды бөлінуі және электризация сияқты екі қауіптілік бар. Суға тұрақты жарылғыш заттарды қолданған кезде оның құрамына 8–9% су қосқан кезде ол шаңды жақсы басады және ол жарылғыш заттың жұмысына әсер етпейді. Сонымен қатар жарылғыш заттың үйкеліске сезімталдығы төмендейді, статикалық токтың пайда болу мүмкіндігі азаяды және жарылғыш зат көп шашылмайды.

Ұңғымаларды пневмооқтаған кезде жарылғыш заттардың ұңғымадан қайта төгілуі байқалады. Мұны болдырмау үшін оқтау шлангасының басына насадка кигізу және сығылған ауа қысымын төмендету керек.

Камераларды және штольняларды пневматикалық оқтау. Камерамен штольняны оқтау үшін ұңғымалық пневмооқтағыштар қолданылады. Ірі жару жұмыстарын жүргізген кезде камераларды оқтау ұзақ уақытқа созылады. Сондықтан оқтам орнатылған алаңға келесі талаптар қойылады:

- оқтам бункерінің деңгейінде брезентпен жабылған ағаш еден орнатылуы керек, бұл оқтамнан төгілген жарылғыш заттарды жинау жеңіл болуы үшін жасалады;
- қондырғыны орнатқан кезде атмосфералық жауын-шашыннан және күн сәулесінің түсуінен қорған ретінде шатыр орнату керек;
- оқтамның жоғарғы жағында жарылғыш затты ылғылдап тұратын су құйылған ыдыс орнатылуы керек.

Жарылғыш затты жеткізіп беретін құбыр өткізгіштер металдан жасалуы керек. Құбырларды жылдам құрастыру үшін оларды қарапайым біріктіргіштермен жабдықтау керек. Камераларды оқтаған кезде оқтам құбыры қазбаның төбесіне бекітілуі керек. Жарылғыш заттардың камерадан қайта төгілуін болдырмау үшін рама орнатып фильтрлі матамен жауып қою керек.

Жарылғыш заттарды сызықты оқтаған кезде үзіліссіз оқтауды камтамасыз ету үшін барабанды оқтамдарды қолданған тиімді. Бұл оқтамды қолданғанда шаңдану және жарылғыш заттардың шашылуы болмайды. Бірақ мұнда статикалық токтың дәрежесін жиі-жиі байқап тұру керек.

Механикалық оқтауды қолданған кезде тек сол мақсатқа рұхсат етілген жарылғыш заттарды пайдалану керек. Механикалық оқтау әдісі қауіпсіз жұмыс бойынша типтік талапқа сәйкес, өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитеті бекіткен талаптар бойынша қолданылуы керек.

Алюмо және тротилді жарылғыш заттарды қолданғанда олар міндетті түрде ылғалдануы керек. Түйіршіктелген жарылғыш заттарды пневматикалық тасымалдаған кезде, егер олар көп шаң шығармай адамға әсері болмаса ылғалдамай тасымалдауға болады. Оқтау құбырлары ретінде ұзындығы 5 м дейінгі металл құбырларын пайдалануға болады. Механикалық оқтау кезінде қолданылатын барлық жабдықтар міндетті түрде жерге тұйықталған болуы керек және құбырлардың иілу радиусі 0,6 м аспауы керек.

Забойдағы оқтаушымен оператордың арасындағы қашықтық 20 м артық болса, олар бір-бірімен екі жақты дыбысты байланыста болуы керек және берілетін командалар алдын ала келісілген болуы керек.

Оқтау жұмысы біткеннен кейін барлық жабдықтар тазаланып қоймаға қайта өткізілуі керек.

Бақылау сұрақтары

1. Тау-кен өндірісінде жару жұмыстарының қандай әдістері қолданылады?
2. Жерасты қазбаларының забойында шпурлар қандай сұлбалармен орналасады?
3. Жерасты қазбаларының забойында үңгіме шпурлар қалай орналасады?
4. Жерасты қазбаларын бұрғылап-аттыру әдісімен өткенде жарылғыш заттар мен қоздыру құралдары қалай тандалынады?
5. Таужыныстарын қопаруға жұмсалатын жарылғыш заттар шығыны қалай анықталады?
6. Жарылғыш зат оқтамдары шпурларға қалай орналастырылады?
7. Шпурлардың өлшемдері, саны және тереңдігі қалай анықталады?
8. Жарылғыш зат оқтамдарын шпурларға оқтаудың қандай әдістері бар?
9. Механикалық оқтау машиналарының түрлері мен жұмыс істеу принциптерін атаңыз?

10. Қазбаларды жиектеп және қысқа кідіргіп аттыру әдістерін қолдану арқылы қазу технологиясы қалай орындалады?

11. Шахта оқпандарын қазу кезінде жарылыс жұмыстары қалай ұйымдастырылады?

12. Кенді ұңғымалық оқтамдармен қопарып өндіру әдісі қалай іске асырылады?

13. Жарылғыш заттардың шығыны мен ұңғымалардың орналасу параметрлері қалай анықталады?

14. Кенді шпурлық және камералық оқтамдармен қалай қопарып өндіруге болады?

15. Көмір кенін жерасты өндіру кезіндегі жарылыс жұмыстарын орындау әдістерін атаңыз?

16. Жерасты қазбаларын көмір шахталарының қауіпті жағдайларында өту кезіндегі жарылыс жұмыстарын орындау ерекшеліктерін атаңыз?

17. Жарылыс күшін пайдаланып өлшемі үлкен кесектерді қалай екінші ретті ұсақтауға болады?

18. Жерасты жағдайында бұрғылап-аттыру жұмыстарын қауіпсіз орындау үшін қандай талаптар қойылады?

7. АШЫҚ ТАУ-КЕН ӨНДІРІСІНДЕ ОРЫНДАЛАТЫН ЖАРЫЛЫС ЖҰМЫСТАРЫ

Ашық тау-кен жұмыстарында ұңғымалық оқтам әдісі өте жиі қолданылады. Шпурлық оқтам әдісі механикаланбаған кіші карьерлерде ғана қолданылады. Камералық және котелды оқтам әдісі де қазіргі кезде өте сирек қолданылады. Камералық оқтам әдісі, кенді жауып жатқан бос таужыныстарын ең алғашқы рет қопару үшін немесе алысқа лақтырып тастауға пайдаланылуы мүмкін [1, 3, 4].

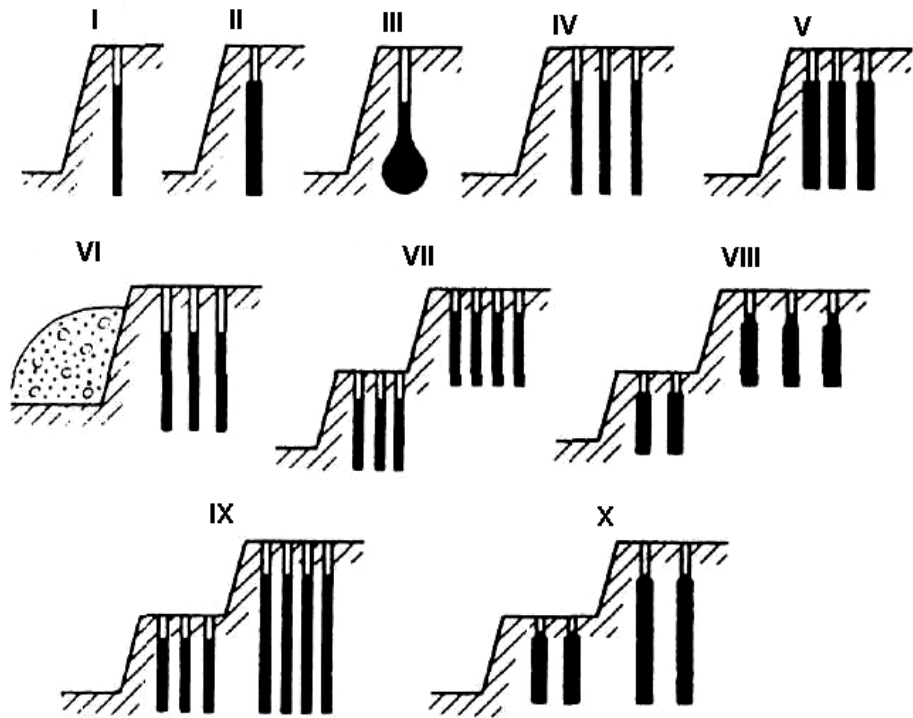
Қазіргі ашық тау-кен жұмыстары толық механикаландырылған. Сондықтан, карьердегі жару жұмыстарының мақсаты машина мен механизмдердің жұмысын қамтамасыз ету болып табылады. Мысалы, карьердегі экскаваторлардың жақсы жұмыс істеуі үшін қопарылған таужыныстары біркелкі ұсақталуы керек. Сонымен қатар, машиналардың үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету үшін қопарылған таужыныстарының көлемі көп болуы керек. Камералық оқтамды қолданғанда, таужыныстарының ойдағыдай біркелкі ұсақталуын қамтамасыз ету өте қиын. Бұл жағдайда оқтам маңайындағы таужыныстары ғана жақсы ұсақталады, оқтамнан алыстау жердегі таужынысы массивінен үлкен кесектер өте көп шығады. Шпурлық оқтамды қолданған кезде таужыныстарын жеткілікті түрде қопару өте қиын. Міне, осы себепті, ашық тау-кен жұмыстарында ұңғымалық оқтам кең түрде пайдаланылады.

7.1. Ұңғымалық оқтамдар әдісі

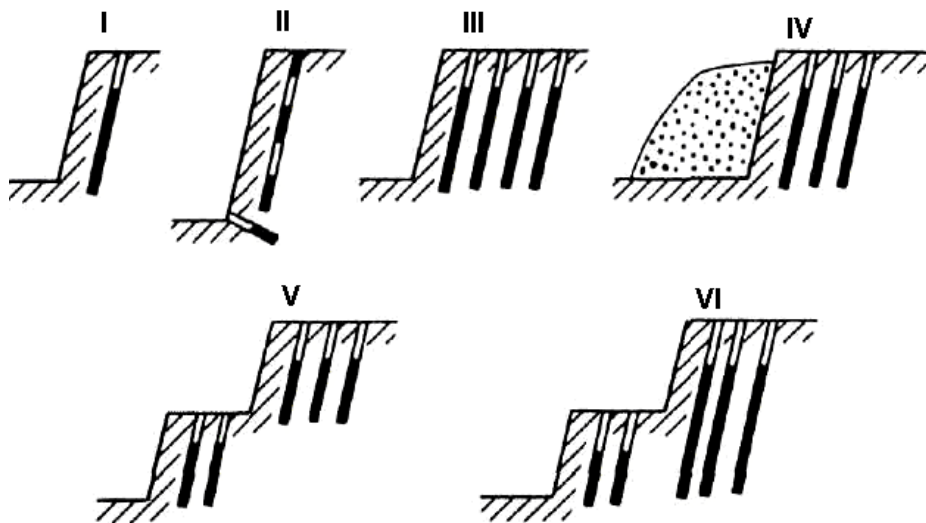
Ұңғымалық оқтам әдісін қолданғанда қопарылатын массивте диаметрі 80–320 мм, тереңдігі 5–20 м және одан да терең болатын тік немесе көлбеу ұңғымалар бұрғыланады. Кейбір жағдайларда оқтам массасын көбейту үшін ұңғыманың оқталатын бөлігінің диаметрін от арқылы аттыру әдісін қолданып кеңейтеді [1, 3, 4].

Таужынысының кертпештерінде ұңғымаларды бір, екі және одан да көп қатарларға орналастыруға болады. Кертпештерді қопару кезіндегі тік және көлбеу ұңғымаларды орналастырудың сұлбалары 7.1 және 7.2-суреттерде келтірілген.

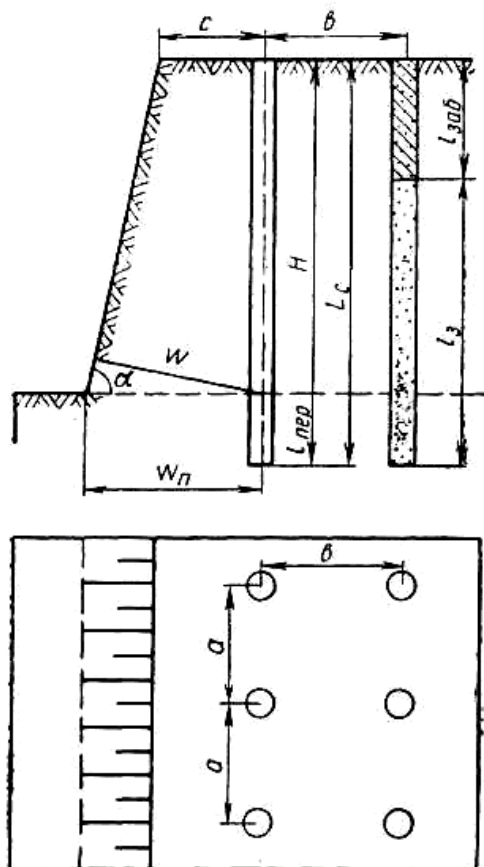
Карьер кертпештерінде ұңғымалардың орналасуы келесі өлшемдермен сипатталады (7.3-сурет): d – ұңғыманың (оқтамның) диаметрі, м; H – кертпеш биіктігі, м; W – табан бойынша кедергісі (қысқа қарысу сызығы), м; a – ұңғымалардың арақашықтығы, м; b – оқтамдардың арақашықтығы, м; c – ұңғыманың осынен кертпештің ең шеткі нүктесіне дейінгі арақашықтық, м; $l_{\text{зар}}$ – оқтамның ұзындығы, м; $l_{\text{п}}$ – асыра бұрғылау ұзындығы, м; L – ұңғыманың ұзындығы (тереңдігі), м; α – кертпеш беткейінің қиғаш бұрышы.



7.1-сурет. Кертпештегі тік ұңғымалардың орналасуының негізгі сұлбалары:
*I – бірқатарлы; II – механикалы немесе от әдісімен кеңейтілген; III – котелды;
 IV – көпқатарлы; V – көпқатарлы кеңейтілген; VI – тіреуші қабырғаға қопару;
 VII – каскадты; VIII – кеңейтілген каскадты; IX, X – көпкертпешті әдеттегі және
 кеңейтілген*



7.2-сурет. Кертпештегі көлбеу ұңғымалардың орналасуының негізгі сұлбалары:
*I, II – бірқатарлы тұтас және ыдыратылған оқтамдар; III, IV – көпқатарлы
 оқтамдарды ашық және тірелген қабырғаға қопару; V – каскадты; VI – көпкертпешті*



7.3-сурет. Карьердегі жарылыс кезіндегі ұңғымалардың кертпеште орналасу элементтері мен сұлбалары

7.2. Карьердегі жаппай жарылыс жұмыстары

Карьерлерде жаппай жарылыс жұмыстарын типтік жобаға сәйкес арнайы инженерлік-техникалық және жұмысшылар құрамы орындайды.

Жаппай жарылыс жұмыстарын орындаудың технологиясы келесі кезеңдер мен операциялардан тұрады [3].

I. Жаппай жарылыс жұмыстарын орындаудың дайындық кезеңі:

- жарылыс жұмыстарының жобасын құрастыру үшін жарылғыш заттың есепті шығынын, ұңғыма диаметрін, табан бойынша кедергісін, артық бұрғылау және тығын өлшемдерін, ұңғымалардың арақашықтығын, ұңғымадағы оқтам мөлшерін анықтауға бастапқы мәліметтерді таңдап алу;

- жаппай жарылыс жұмыстарының жобасын құрастыру;

- қауіпті аймақтардың шекараларын анықтау;

- жарылыс кезінде берілетін дыбыс белгілерінің жүйесін орнату.

II. Жаппай жарылысты орындау кезеңі:

- оталдырғыш-оқшандарды дайындау;

- шпур, ұңғыма, камераларды оқтау және тығындау;

- жарылыс желісін құрастыру және оқтамдарды қоздыру;

- забойды тексеру және атылмай қалған оқтамдарды жою.

Жаппай жарылысты маркшейдерлік қамтамасыз ету келесі операцияларды қамтиды:

1) жаппай жарылысты орындауға жоспар мен тапсырма беру;
2) қопарылатын блоктың маркшейдерлік-геологиялық түсірілімдерін жасау, сол түсірілім арқасында блоктың қопарылу сипаты мен жоспарын құрастыру;

3) жобалық мәліметтерді нақты жағдайға келтіру, қопарылатын блоктың есепті көлемін анықтау;

4) бұрғыланған ұңғымалардың нақты орналасуының түсірілімін жасау (асыра бұрғылау мөлшері, ұңғымалардың арақашықтығы, бірінші қатарда орналасқан ұңғымалар мен кертпештің жиегіне дейінгі арақашықтық, табан бойынша кедергісінің мәндері, кертпештің қиябетінің бұрышы);

5) жарылыс нәтижесін бағалау (қопарылған тау-кен массасының көлемі, қопарылған таужынысы үйінінің мөлшерлері, қопсу коэффициенті, 1 м ұңғыманың атылысынан шыққан тау-кен массасы, жарылғыш заттың нақты меншікті шығыны, кертпештің табанындағы таужыныстарының қопарылу дәрежесі, т.б.).

Жаппай жарылыс жұмыстарының маркшейдерлік құжаттарына: тапсырма жоспар (масштабы 1:1000); ұңғымалардың кертпеште орналасу жобасының жоспары (масштабы 1:500); оқтамдардың есепті кестесі мен бірінші қатарда орналасатын ұңғымалардың көлденең көріністері (масштабы 1:500 және 1:200); блоктың геологиялық-техникалық жоспары (масштабы 1:500); бұрғылау және жару жұмыстарының құрама жоспары (масштабы 1:1000) жатады.

Бастапқы мәліметтерді дайындау. *Ұңғымалар диаметрін* келесі талаптарды ескере отырып таңдап алу қажет.

Жарықшақтығы I–II категорияға жататын таужыныстарында оқтам диаметрі барынша үлкен өлшеммен таңдалуы қажет (300–350 мм).

Жарықшақтығы III–IV категорияға жататын таужыныстарында көпқатарлы аттыру әдісін қолдануға мүмкіндік болса, оқтам диаметрін 200–250 мм таңдап алуға болады.

V категорияға жататын және біртегіс емес IV категорияға жататын таужыныстарында, қопарылатын кен массасының өлшемдері үлкен емес және біруақытта аттырылатын оқтамдар саны көп болмаған жағдайда, оқтам диаметрін 150–200 мм шамасында таңдау қажет [3].

Жарылғыш заттың меншікті шығыны жоғары және жарылыс кезіндегі таужынысы кесектерінің ұшу жылдамдығы үлкен болғанда, диаметрі үлкен ұңғымалармен қопарылған массивтің ұсақталу қарқындылығы диаметрі кіші ұңғымалармен қопарылған таужынысының ұсақталу қарқындылығынан, егер таужыныстарының бір-бірімен соқтығысу жылдамдығы үлкен диаметрге карағанда, кіші диаметрде аз болса, аздап ерекшеленеді.

Көпқатарлы жарылыс кезінде бұл ерекшелік көлемді таужынысы массасының бір-біріне қарқынды соқтығысып әсерлесуінің нәтижесінде одан да аз болып шығуы мүмкін.

Тау-кен массасы бойынша өнімділігі жылына 2–3 млн м³ артық карьерлер үшін қуатты СБШ-250МН, СБШ-320 станоктерін, ал өнімділігі орташа (0,5–2 млн м³) карьерлерде екі СБШ-200Н станоктерін, кіші

карьерлерде кашауының диаметрі 105–160 мм болатын пневмосоққылы немесе айналмалы бұрғылау станоктерін қолданған тиімді.

Ұсақтауға арналған ұңғымалық оқтамдарды есептеу

Ұңғымалық оқтамдарды қолданып кертпештерді қопару кезінде (7.3-сурет) бірнеше есепті формулалар қолданылады. Сондықтан есептерді шығару үшін барынша кең тараған есепті формулаларды қолданған тиімді [17].

Ұсақтауға арналған ұңғымалық оқтам салмағын келесі формуламен анықтауға болады:

$$Q = qaW_n H, \text{ кг}; \quad (7.1)$$

мұндағы H – кертпеш биіктігі, м;

a – ұңғымалардың арақашықтығы, м;

q – ЖЗ-тың меншікті шығыны, кг/м³;

W_n – табан бойынша кедергі сызығы, м.

Табан бойынша кедергі сызығының мөлшерін:

$$W_n = 0,87 \sqrt{\frac{p}{mq}}, \text{ м}; \quad (7.2)$$

формуласын қолданып анықтауға болады. Мұндағы p – 1 м ұңғыманың сыйымдылығы, кг;

m – ұңғымалардың арақашықтығы, м.

Жеке ұңғымалар үшін табан бойынша кедергі сызығының мәнін С.А. Давыдовтың формуласын қолдану арқылы анықтауға болады:

$$W_{n.ia} = 53k_m d \sqrt{\frac{\Delta}{\rho_i k_{aa}}}, \text{ м}; \quad (7.3)$$

мұндағы k_m – жарықшақтық коэффициенті, монолитті таужыныстарында $k_T=1$, жарықшақты таужыныстарында $k_T=1,1$, өте жарықшақты таужыныстарында $k_T=1,2$;

Δ – ЖЗ оқтамының тығыздығы, кг/дм³;

k_{aa} – ЖЗ-тың жұмыс істеуге қабілеттігінің коэффициенті (граммонит 79/21 қатысты);

ρ_n – таужынысының тығыздығы, т/м³.

Қатардағы ұңғымалардың арақашықтығы:

$$a = mW_n, \text{ м}. \quad (7.4)$$

Ұңғыма қатарларының арақашықтығы:

$$b = 0,85W_n, \text{ м}. \quad (7.5)$$

Ұңғыманың ұзындығы:

$$l_c = H + l_{ia\partial}, \text{ м}; \quad (7.6)$$

мұндағы l_{nep} – асыра бұрғылау мөлшері, м.

Бір ұңғыма атылысынан қопарылатын таужынысының көлемі:

$$V_c = aW_n H, \text{ м}^3. \quad (7.7)$$

1 м ұңғыманың атылысынан қопарылатын таужынысының көлемі:

$$V_c = \frac{aW_n H}{L_c}, \text{ м}^3/\text{м}; \quad (7.8)$$

мұндағы L_c – ұңғыманың тереңдігі, м.

Кертпештің жоғарғы беткейінің шетінен бірінші қатардағы ұңғымалардың центріне дейінгі арақашықтық:

$$C = W_n - H \text{ctg} \alpha, \text{ м}; \quad (7.9)$$

мұндағы α – кертпештің қиябетінің көлбеу бұрышы, град; $C \geq 3$ м.

Егер эталонды жарылғыш зат қуатынан өзгеше жарылғыш зат қолданылатын болса, қолданылатын жарылғыш заттың меншікті шығыны былай анықталады:

$$q_p = qk_n, \text{ кг/м}^3; \quad (7.10)$$

мұндағы q – эталонды жарылғыш заттың меншікті шығыны (аммонит 6ЖВ), кг/м³;

k_n – жарылғыш заттың қуатын ескеретін есепті коэффициент, 7.1-кестеге сәйкес қабылданады.

7.1-кесте

Жарылғыш заттардың атаулары	k_n
№ 6ЖВ, № 6К аммониттері	1,0
№ 7, № 7ЖВ аммониттері	1,04
№ 9, № 9ЖВ аммониттері	1,15
№ 10, № 10 ЖВ аммониттері	1,2
№ 3 скальды аммонал	0,8
Суға төзімді аммонал	0,91
№ 1 скальды аммонит	0,81
Аммиакты селитра	1,45
Акватол М	0,9
Акватол 65/35	1,1
Алюмотол	0,85
Гранулит АС-8	0,95
АС, АС-4 гранулиттері	1,0
М, С-2 гранулиттері	1,15
Гранулит С	1,2
Құрғақ гранулотол	1,2
Сулы гранулотол	1,0
Граммонал 45А	0,8
Динафталит	1,1
Детонит 6А	0,9
10А, М детониттері	0,82
Динамон АМ-10	0,87
Динамон АМ-8	0,95
Зерногранулит 79/21	1,0
Игданит	1,15

Ұңғымалық оқтамның массасы:

$$Q = (L_c - l_{\text{çàä}}) \delta = (L_c - 20d)p, \text{ кг}; \quad (7.11)$$

мұндағы $l_{\text{çàä}}$ – тығынның ұзындығы, м.

Ұңғыма диаметрін келесі формуламен анықтауға болады:

$$d = \frac{W_n}{24 \sqrt{\frac{\Delta}{q}}}, \text{ м}; \quad (7.12)$$

мұндағы Δ – оқтамның тығыздығы, кг/м³.

Жарылғыш заттың меншікті шығыны:

$$q = \frac{Q}{aW_n H}, \text{ кг/м}^3. \quad (7.13)$$

1-мысал. Қопарылатын әк тасты таужынысы кертпешінің биіктігі – 10 м, жарылғыш заттың меншікті шығыны – 0,4 кг/м³, ЖЗ-тың оқталу тығыздығы – 0,9 кг/дм³, ұңғыманың диаметрі – 150 мм, ұңғымалардың арақашықтығы – 1,4 м болғанда, ұңғымалық оқтамның салмағын анықтаймыз [17].

Шешімі. Оқталу тығыздығына байланысты 1 м ұңғыманың сыйымдылығын анықтаймыз:

$$p = 0,785d^2 \Delta = 0,785 \cdot 150^2 \cdot 0,9 = 15,9 \text{ кг.}$$

(7.2) формуланы қолданып, табан бойынша кедергі сызығының мөлшерін анықтаймыз:

$$W_n = 0,87 \sqrt{\frac{p}{mq}} = 0,87 \sqrt{\frac{15,9}{1,4 \cdot 0,4}} = 4,6 \text{ м.}$$

Оқтамдардың арақашықтығын анықтаймыз:

$$a = mW_n = 1,4 \cdot 4,6 = 6,4 \text{ м.}$$

(7.1) формула арқылы ұңғымалық оқтамның массасын анықтаймыз:

$$Q = qaW_n H = 0,4 \cdot 6,4 \cdot 4,6 \cdot 10 = 117 \text{ кг.}$$

Қос жанасқан ұңғымаларды есептеу.

Қос ұңғымалар табан бойынша кедергі сызығының шамасы үлкен, жеке ұңғымаларды аттырғанда табан жағындағы таужыныстарының қопарылу дәрежесі төмен болғанда қолданылады [17]. Қос ұңғымаларды кертпеште арақашықтығын бір-бірінен үш-алты диаметр шамасындай етіп топтап бұрғылайды (7.4-сурет).

Бір топтағы оқтамдардың арақашықтығы:

$$a_1 = (3 \div 6)d, \text{ м} \quad (7.14)$$

формуласымен анықталады. Мұндағы d – ұңғыманың диаметрі, м.

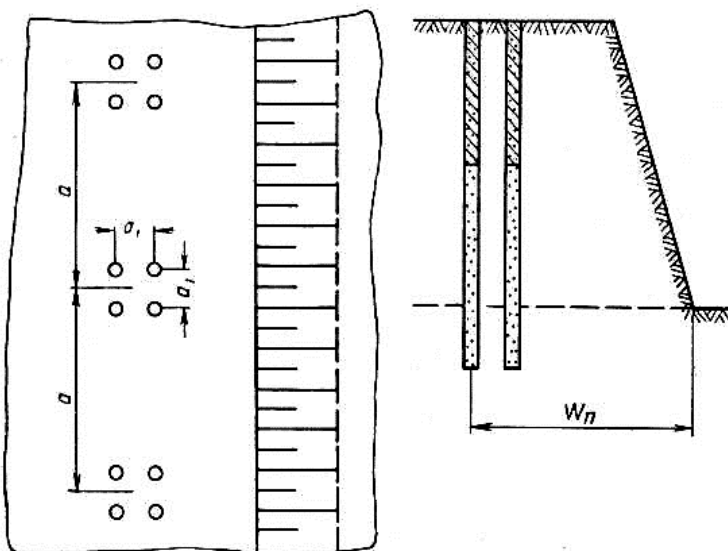
Ұңғыманың есепті эквивалентті диаметрі:

$$d_y = d \sqrt{n_c}, \text{ м}; \quad (7.15)$$

мұндағы n_c – топтағы ұңғымалардың саны.

Барлық топталған оқтамдар үшін табан бойынша кедергі сызығы:

$$W_{n.c} = W_n \sqrt{n_c}, \text{ м.} \quad (7.16)$$



7.4-сурет. Қос жанасқан ұңғымалардың орналасу сұлбасы

Бір топтағы ұңғымалардың саны:

$$n_c = \frac{W_{n.c}^2}{W_n^2}, \text{ дана.} \quad (7.17)$$

Топтардың центрлерінің арақашықтығы:

$$a_n = m W_{n.c}, \text{ м;} \quad (7.18)$$

мұндағы $m=0,8 \div 1,2$ – топталған ұңғымалардың шартты арақашықтығы, м.

Барлық топтағы ұңғыма оқтамдарының массасы:

$$Q_n = q a_n W_{n.c} H, \text{ кг;} \quad (7.19)$$

мұндағы a_n – топтардың центрлерінің арақашықтығы, м;

H – кертпеш биіктігі, м.

Топтағы бір ұңғыма оқтамының массасы:

$$Q_c = \frac{Q_n}{n_c}, \text{ кг.} \quad (7.20)$$

Бір топ ұңғыманың атылысынан қопарылатын таужынысының көлемі:

$$V_n = a_n W_{n.c} H, \text{ м}^3. \quad (7.21)$$

1 м ұңғыманың атылысынан қопарылатын таужынысының көлемі:

$$V_c = \frac{V_n}{L_c n_c}, \text{ м}^3; \quad (7.22)$$

мұндағы L_c – ұңғыманың ұзындығы, м.

Топтардың бір-бірінен кідіріп атылу уақытын:

$$t_n = A_\zeta W_{n.c}, \text{ мс} \quad (7.23)$$

формуласымен анықтауға болады. Мұндағы A_ζ – кідіру коэффициенті.

Бір топтағы ұңғымалық оқтамдар бір уақытта, ал топтар бір-бірінен

кідіріп аттырылады.

2-мысал. Биіктігі – 16 м мыс-никельді кертпеш параллель жанасып орналасқан оқтамдармен аттырылады. Бір топтағы ұңғымалар саны – 3, ал ұңғымалардың диаметрі – 200 мм. Топтағы ұңғымалардың арақашықтығы $a_1 = 4d$, жеке ұңғымалар үшін қысқа қарысу сызығының шамасы – 7 м, ұңғыманы асыра бұрғылау мөлшері – 2,5 м, ЖЗ-тың меншікті шығыны – 0,6 кг/м³, $m=0,9$. 1 м ұңғыма атылысынан қопарылатын кен массасының көлемін және бір ұңғымадағы ЖЗ-тың массасын анықтаймыз [17].

Шешімі. 7.4-суретке сәйкес топтағы оқтамдардың арақашықтығын анықтаймыз:

$$a_1 = 4d = 4 \cdot 0,2 = 0,8 \text{ м.}$$

(7.16) формуланы пайдаланып топтағы ұңғымалар үшін табан бойынша кедергі (қысқа қарысу) сызығын анықтаймыз:

$$W_{n.c} = W_n \sqrt{n_c} = 7\sqrt{3} = 12 \text{ м.}$$

Топтардың центрлерінің арақашықтығы:

$$a = mW_{n.c} = 0,9 \cdot 12 = 10,8 \text{ м.}$$

Топтағы ұңғымалық оқтамдардың массасы:

$$Q_n = qa_n W_{n.c} H = 0,6 \cdot 10,8 \cdot 12 \cdot 16 = 1245 \text{ кг.}$$

Бір ұңғымадағы оқтам массасы (7.20) формулаға сәйкес:

$$Q_c = \frac{Q_n}{n_c} = \frac{1245}{3} = 415 \text{ кг.}$$

Ұңғыманың ұзындығы:

$$L_c = H + l_{\text{іід}} = 16 + 2,5 = 18,5 \text{ м.}$$

(7.21) формула бойынша бір топ ұңғыманың атылысынан қопарылатын таужынысының көлемін анықтаймыз:

$$V_n = a_n W_{n.c} H = 10,8 \cdot 12 \cdot 16 = 2074 \text{ м}^3.$$

Сонда, 1 м ұңғыманың атылысынан қопарылатын таужынысының көлемі:

$$V'_c = \frac{V_n}{L_c n_c} = \frac{2074}{18,5 \cdot 3} = 37,4 \text{ м}^3/\text{м.}$$

Көлбеу ұңғымалар кертпештің қиғаш беткейіне параллель бұрғыланады. Олар кертпеш биіктігі үлкен, қопарылуы күрделі таужыныстарын кіші диаметрлі ұңғымалармен қопарғанда қолданылады. Көлбеу ұңғымалармен қопару әдісі соңғы жылдары көп қолданылуда. Себебі бұл әдісте таужынысының массиві жақсы ұсақталады және кертпештің табанындағы таужыныстары біртегіс жақсы қопарылады.

Көлбеу ұңғымаларды бұрғылау бұрышын:

$$\beta = \operatorname{arctg} \frac{H \operatorname{ctg} \alpha - \sqrt{\frac{p}{q_p}}}{H}, \text{ град} \quad (7.24)$$

формуласымен анықтауға болады.

Асыра бұрғылау және тығын мөлшерлерін анықтау. Кертпештің табан бөліміндегі таужыныстарын жақсы қопару үшін ұңғыманы асыра бұрғылап, көп мөлшердегі ЖЗ оқтамның орналастырып аттыру қажет. Асыра бұрғылау тереңдігін ұңғыманың 12–15 диаметрінің шамасынан асыра бергенмен оның нәтижесі артпайды. Сондықтан асыра бұрғылау тереңдігі тұрақсыз, бос таужыныстарында оқтамның 10 диаметрі, ал қопарылуы күрделі, бекем таужыныстарында оқтамның 15 диаметрі шамасында қабылданады [3, 17].

«Союзвзрывпромның» ұсынысы бойынша тік және көлбеу ұңғымалар үшін асыра бұрғылау мөлшерін анықтау үшін:

$$l_{\text{нер}} = 0,5qW, \text{ м} \quad (7.25)$$

формуласын қолдануға болады.

Тығынның мөлшері жарылыс кезінде таужыныстарының алысқа лақтырылуына, қопарылып құлау еніне, жарылыс қуатын тиімді пайдалануға әсер етеді. Тығынның мөлшері үлкейген сайын таужыныстарын жарылыс кезінде алысқа ұшпай, тиімді қопарылады. Бірақ тығынның мөлшерін үлкейтсек, оқтам мөлшері азайып кетеді. Егер оқтам мөлшерін азайтсақ, онда ұңғымалардың орналасу торын жақындату керек болады. Сондықтан тығынның мөлшерін қауіпсіздік және технологиялық жағдайларды ескере отырып таңдап алу қажет.

Тығынның ұзындығы ұңғыманың 20–30 диаметрі шамасында қабылданады немесе $(0,5 \div 0,75)W$.

Ауа аралықтарымен бөлінген ұңғымалық оқтамдардың параметрлерін есептеу. Карьер кертпештерінде физикалық-механикалық қасиеттері әртүрлі таужынысының қабаттары жататын болса, онда қопарылатын таужынысы кесектерін біркелкі қопару үшін көбінесе, аралықтармен бөлінген, ыдырап орналасқан оқтамдар (7.5-сурет) қолданылады. Яғни жарылғыш зат оқтамдарын қопарылуы күрделі аймақтарға орналастырса, жарылыс қуатын реттеп, тиімді мөлшерде қолдануға болады.

Ауа аралықтарымен бөлінген оқтамның параметрлерін келесі формулаларды қолданып есептеуге болады.

Ұңғымадағы ауа аралықтарының жалпы ұзындығы:

$$h_{\text{аі}} = \alpha_{\text{а}} l_{\text{с}}, \text{ м}; \quad (7.25)$$

мұндағы $l_{\text{с}}$ – ұңғымалық оқтамның жалпы ұзындығы, м;

$\alpha_{\text{а}}$ – ауа аралықтарының салыстырмалы ұзындығын ескеретін коэффициент, $\alpha_{\text{а}} = (0,17 \div 0,35)$.

Ұңғымалық оқтамның жалпы массасын Q (7.1) формуланы қолданып анықтауға болады.

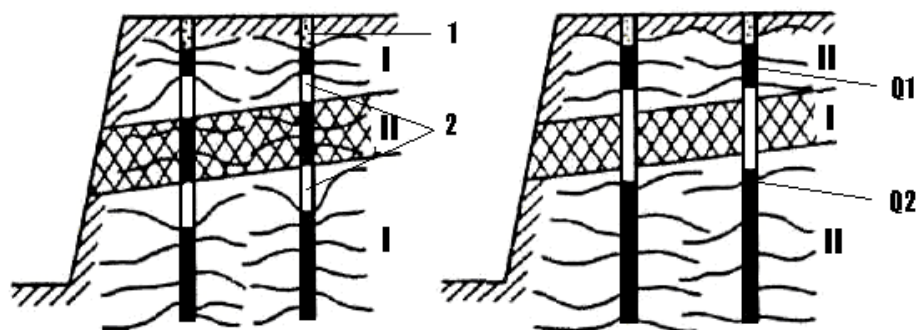
Ұңғыманың табан бөлігіндегі оқтамның массасы келесі формулалармен анықталады:

ұңғыма бір ауа аралығынан тұратын болса:

$$Q_1 = (0,6 \div 0,7)Q, \text{ кг}; \quad (7.26)$$

ұңғыма екі немесе одан да көп ауа аралықтарынан тұратын болса:

$$Q_1 = 0,5Q, \text{ кг}. \quad (7.27)$$



7.5-сурет. Ауа аралықтарынан тұратын оқтамдардың орналасу сұлбасы:

a – тұрақсыз бос таужыныстарында (I) бекем таужыныстарының қабаты (II) жататын болса; *ә* – бекем таужыныстарында (II) тұрақсыз бос таужыныстарының қабаты (I) жататын болса; 1-тығын; 2-ауа аралықтары; Q_1, Q_2 – ауа аралықтарымен бөлінген оқтамдар

Ұңғыманың жоғарғы бөлігіндегі оқтамның массасын анықтауға келесі формулаларды қолдануға болады:

ұңғыма бір ауа аралығынан тұратын болса:

$$Q_2 = Q - Q_1, \text{ кг}; \quad (7.28)$$

ұңғыма екі ауа аралықтарынан тұратын болса:

$$Q_3 = Q_2 = \frac{Q - Q_1}{2}, \text{ кг}. \quad (7.29)$$

Ұңғымадағы жалпы оқтамдардың ұзындығы:

$$l_{\zeta} = l_1 + l_2, \text{ м}; \quad (7.30)$$

мұндағы l_1 – оқтамның төменгі бөлігінің ұзындығы, м;

l_2 – оқтамның жоғарғы бөлігінің ұзындығы, м.

Егер ұңғымалық оқтам бірнеше ауа аралықтарынан тұратын болса, олардың әрқайсысының ұзындықтарын анықтау үшін:

$$h_k = \frac{h_{ar}}{z}, \text{ м} \quad (7.31)$$

формуласын пайдаланамыз. Мұндағы h_{en} – ұңғымадағы ауа аралықтарының жалпы ұзындығы, м;

z – оқтамдағы ауа аралықтарының саны.

Ұңғымадағы оқтам тығынының ұзындығы:

$$l_{\zeta a a} = L_c - (l_{\zeta} + h_{ar}), \text{ м}; \quad (7.32)$$

мұндағы L_c – ұңғыманың ұзындығы, м;

3-мысал. Екі ауа аралығынан тұратын ұңғымалық оқтамның салмағы – 760 кг; қопарылатын кертпештің биіктігі – 25 м; асыра бұрғылау ұзындығы – 3 м; 1 м ұңғыманың сыйымдылығы – 38 кг; $\alpha_B = 0,2$.

Ауа аралықтарының ұзындығын және оқтамның әр бөлігінің ұзындығы мен массасын анықтаймыз [17].

Шешімі. Ұңғыманың тереңдігін анықтаймыз:

$$L_c = H + l_{nep} = 25 + 3 = 28 \text{ м.}$$

Оқтамның жалпы ұзындығын анықтау үшін:

$$l_c = \frac{Q}{p} = \frac{760}{38} = 20 \text{ м} \quad (7.33)$$

формуласын пайдаланамыз.

(7.25) формуланы қолданып, ауа аралықтарының жалпы ұзындығын анықтаймыз:

$$h_{air} = \alpha_a l_c = 0,2 \cdot 20 = 4 \text{ м.}$$

(7.31) формуланы қолданып, әрбір ауа аралықтарының ұзындықтарын анықтаймыз:

$$h_k = \frac{h_{air}}{z} = \frac{4}{2} = 2 \text{ м.}$$

Оқтамның табан бөлігінің массасын анықтау үшін (7.27) формуланы қолданамыз:

$$Q_1 = 0,5Q = 0,5 \cdot 760 = 380 \text{ кг.}$$

Оқтамның екінші және үшінші бөлшектерінің массалары:

$$Q_3 = Q_2 = \frac{Q - Q_1}{2} = \frac{760 - 380}{2} = 190 \text{ кг.}$$

Оқтам бөлшектерінің ұзындықтары:

төменгі:

$$l_1 = \frac{Q_1}{p} = \frac{380}{38} = 10 \text{ м;}$$

ортаңғы және жоғарғы:

$$l_2 = l_3 = \frac{Q_2}{p} = \frac{190}{38} = 5 \text{ м.}$$

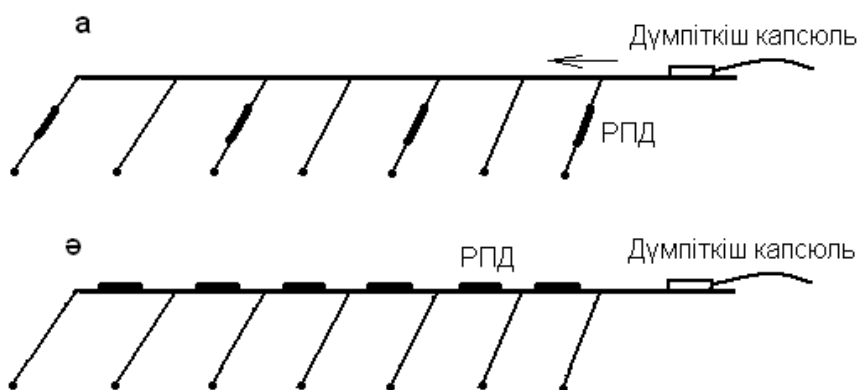
7.3. Ұңғымалық оқтамдарды қысқа кідіртіп аттыру

Соңғы жылдары карьерлерде көпқатарлы ұңғымалық оқтамдарды қысқа кідіртіп аттыру әдісі кең қолданылуда. Бұл әдіс бірқатарлы лезде аттыру әдісіне қарағанда, техникалық-экономикалық жағынан тиімді болып келеді. Дүмпіткіш пілте және РПН, РПД пиротехникалық кідірткіштерін немесе СИНВ, ЭДИЛИН, НОНЕЛ электрсіз толқынды қоздыру жүйелерін қолданып оқтамдарды қысқа кідіртіп аттырғанда, оқтамдарды жалғаудың әртүрлі сұлбалары қолданылады. Бірақ қолданылатын сұлбалар келесі талаптарды қанағаттандыруы керек [3]:

- дүмпу толқыны желінің бойымен толық және сенімді берілуі қажет;
- таужынысының ұсақталу дәрежесі жоғары болу қажет;
- таужынысының қопарылып құлау көлемі тиімді геометриялық параметрлерде болуы қажет;
- массивтің терең қопарылып кетуіне жол берілмеу керек;
- жарылыстың сейсмикалық әсері жақын орналасқан ғимараттар мен нысандарға зақым келтірмеу керек.

Сұлбалардың сенімділігін арттыру үшін қосалқы магистральдар, дүмпіткіш пілтелердің сақиналы сұлбалары, ұңғымаларда қос оталдырғыштар қолданылады. Бірақ бұл әдістерде дүмпіткіш пілтелердің шығыны көп және кейбір жағдайларда тиімділігі де төмен болады.

Бірқатарлы оқтамдарды аттыру кезінде желіні жалғаудың ең қарапайым сұлбасы болып оқтамдарды біреуден соң (7.6а-сурет) немесе әрбір ұңғымалық оқтамды кідіртiп аттыру (7.6ә-сурет) саналады. Таужыныстарының жақсы ұсақталуы және қопарылып құлау енін азайту жағынан қарайтын болсақ, тиімді әдіс ретінде әрбір оқтамды тізбекті кідіртiп аттыруды айтуға болады. Жарылыстар арасындағы кідіру уақыты таужыныстарының физикалық-техникалық қасиеттеріне байланысты болып, тәжірибелік жолмен анықталады (20–50 мс). Таужыныстарының бекемдігі жоғарылаған сайын кідіру уақытын азайтады. Бір оқтамның екінші оқтамды қопарып жібермеуі үшін ұңғымалардың арақашықтығын 28–30 ұңғыма диаметріне аз емес шамада қабылдау ұсынылады.



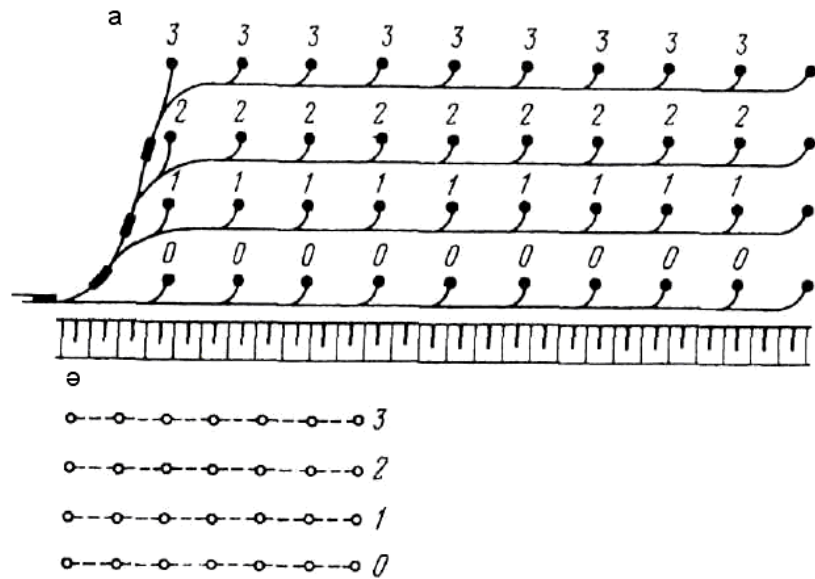
7.6-сурет. Бірқатарлы қысқа кідіртiп аттыру сұлбасы
а – бір ұңғымадан соң кідірту; ә – әр ұңғыманы кідірту

Үлкен көлемдегі пайдалы қазбаларды өндіру кезінде қосымша жұмыстар мен жарылыстар санын азайтуға мүмкіндік беретін көпқатарлы қысқа кідіртiп аттыру әдісін қолданған тиімді.

Ұңғымаларды көп қатарларға орналастырған кезде әртүрлі сұлбалар қолданылады. Олардың мәні мынада: оқтамдар атылысынан таужыныстарының қопарылуын оңайлату үшін қосымша ашық кеңістік ашуға бірінші қатардағы оқтамдарды аттырып алу немесе бірінші сериялы оқтамдарды аттырып, қопарылатын аймақтың жиегі бойымен қопарылыс қуысын жасап алу. Егер қопарылатын аймақта жиек бойымен қопарылыс

қуысы жасалса, жиек шекарасының сыртындағы таужыныстарының қопарылысы азайып, жарылыстың сейсмикалық әсері төмендейді. Сонымен қатар массив бойынша жарылыс қуатының таралу қарқыны жоғарылап, таужыныстары жақсы ұсақталады. Көпқатарлы сұлбаларды қатарлармен аттыру ең қарапайым әдістердің бірі болып келеді. Соған байланысты қатарларды созылу бойымен, көлденең және диагональды қатарлармен аттыру әдістері қолданылады.

Бірінші қатарды лезде (7.7-сурет), ал қалған қатарларды кідіртiп аттырсақ, ол қарапайым ұзына бойы созылған қатарды аттыру әдісі болып саналады [3].

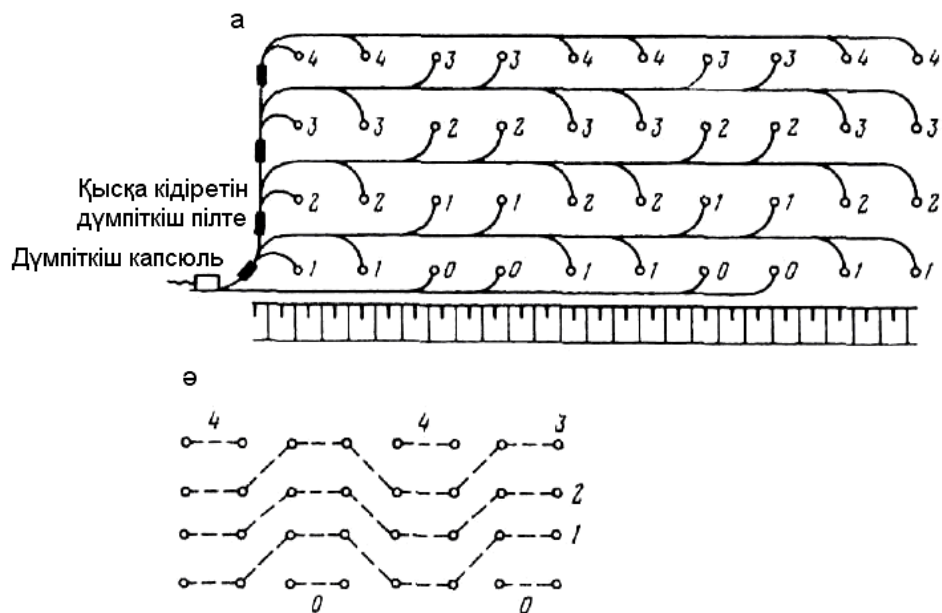


7.7-сурет. Қатарларды кезекпен қысқа кідіртiп аттыру сұлбасы:
а – құрастыру сұлбасы; *б* – жарылыстар тізбегі

Кейбір жағдайларда бірінші кезекте екінші немесе үшінші қатарларды аттырады. Соның арқасында құлап түсетін таужыныстарының енін азайтуға болады.

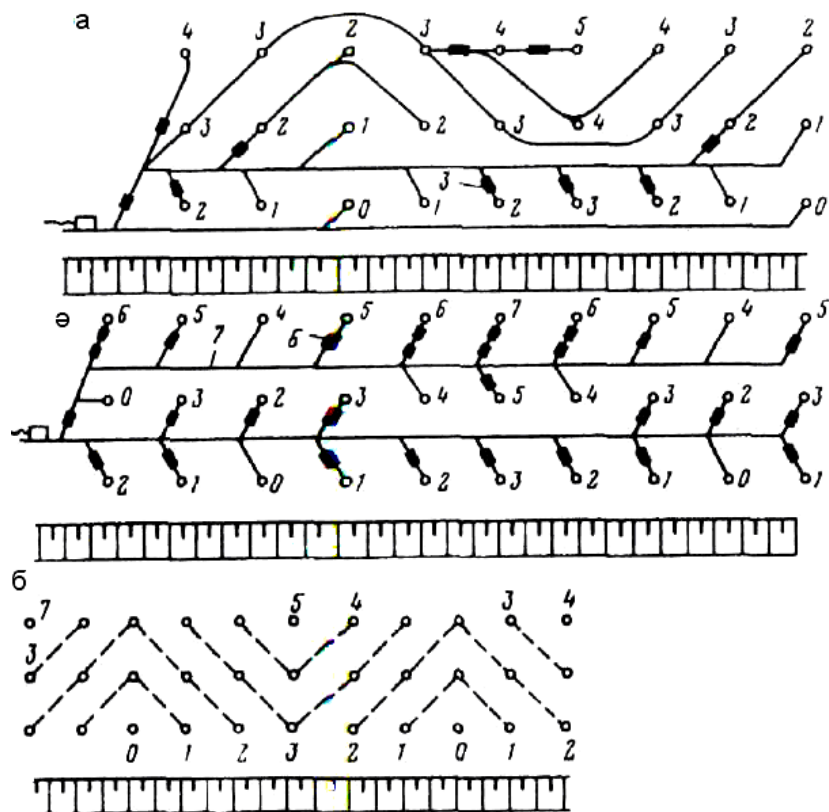
Ұңғымалар үш немесе одан көп қатарларға орналасса үңгіме қопару әдісі қолданылады. Мұндай сұлбада барынша терең және үлкен көлемде оқтам орналастырылған ортаңғы үңгіме қатарын лезде аттырады, ал содан кейін кідіртiп екі жағындағы оқтамдарды тізбекті аттырады. Бұл сұлба таужыныстарының жақсы ұсақталуын қамтамасыз етеді. Бірақ үңгіме оқтамдар орналасқан жерде қопарылғын таужыныстарының биіктігі өте жоғары болады. Ол қыс мезгілінде тиіп-тасымалдау жұмыстарын жүргізуге кедергі жасайды.

Табан бойынша кедергі мөлшері жоғары болған кезде кертпеш табанының толық қопарылуын қамтамасыз ететін сұлбаларды таңдап алу қажет. Мұндай жағдайда оқтамдарды топтап немесе қос-қостап аттыру әдісін қолдануға болады (7.8-сурет).



7.8-сурет. Трапеция тәрізді үңгімелермен қысқа кідіртіп аттыру сұлбасы:
a – құрастыру сұлбасы; *ә* – оқтамдар жарылысының әсер ету кезегі

Қопарылып құлайтын таужынысы енінің минимальды мөлшерін алу үшін диагональды аттыру сұлбасын қолданады. Бұл әдісті қолданғанда қопарылып құлайтын таужыныстарының енді бөлігі блоктың бір бұрышында қалыптасады, ал таужынысының қалған бөлігі кертпеш майданының бойымен оқтамға қарай ығысып қопарылады. Сонымен қатар қарапайым көлденең қатарлы және үңгіме аттыру сұлбаларын да қолдануға болады (7.9-сурет).



7.9-сурет. Үшбұрышты үңгімемен диагональды қысқа кідіртіп аттыру сұлбасы:
a, *ә* – кідірткіштерді орналастыру сұлбасы; *б* – жарылыс әсерінің кезегі

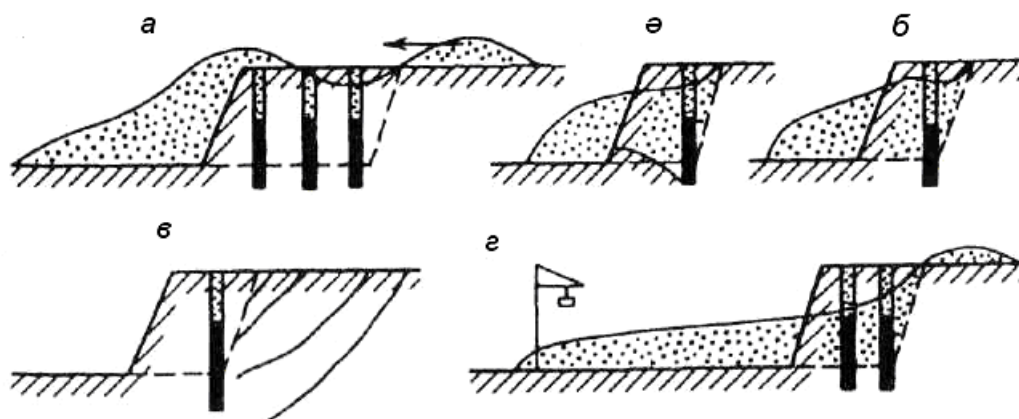
Мұндай сұлбада ұңғымаларды төртбұрыш тормен бұрғылайды, ал атылысты шахматты сұлба арқылы орындайды [3].

Сонымен қатар ұңғымалық оқтамдарды қоздыру үшін сақиналы магистраль және П-тәрізді аттыру сұлбалары да қолданылады.

7.4. Ұңғымалық оқтамдар атылысының сапасын бақылау

Егер есепті жарылғыш заттың шығыны, қопарылатын массивте оқтамдардың орналасу параметрлері және аттыру сұлбалары дұрыс таңдалмаса жарылыстың сапасы төмен болуы мүмкін [3].

Сонымен қатар сапасыз жарылыста өлшемі үлкен кесектердің шығымы көбейеді, жарылыс кезінде таужынысы кертпештің жоғарғы беткейіне қарай лақтырылады (7.10а-сурет), кертпеш табанында табалдырықтар (7.10ә-сурет), кертпештің жоғарғы беткейінің шетінде маңдайшалар (7.10б-сурет), ұңғыма сызығының сырт жағындағы массивте жарық қуыстар пайда болады (7.10в-сурет), қопарылатын таужынысы үлкен ауданға жайылып кетеді.



7.10-сурет. Карьердегі сапасыз жаппай жарылыстың нәтижелері

Осы жоғарыда айтылған себептер кен өндірісінің кезекпен орындалатын процестерінің (тиеу, тасымалдау, ұсақтау) тиімділігін төмендетеді.

Өлшемі үлкен кесектер көп көлемде шықса, жалпы жарылыстан қопарылатын таужыныстары кесектерінің орташа өлшемдері үлкейеді. Ол өз кезегінде тиеу, тасымалдау және ұсақтау жұмыстарын қиындатады.

Таужыныстары жарылыс кезінде кертпештің жоғарғы беткейіне қарай лақтырылып қопарылатын болса. Оларды тазалауға қосымша қаржы және тазарту машиналарын қолдану қажет болады. Егер таужыныстары тазаланбаса, бұрғылау қондырғыларының жұмысына кері әсерін тигізеді. Сонымен қатар жарылғыш заттың жарылысының қуаты өте жоғары болса, ұңғыма сызығының сырт жағындағы массивте жарықшақты-қуыстар пайда болады. Бұл қуыстар келесі ұңғымалар қатарын бұрғылау жұмысын қиындатып, кертпештің қиябетінің орнықтылығын төмендетіп жібереді.

Кертпеш табанында табалдырықтардың пайда болуы экскаватор

жұмысына кедергі жасайды. Жол төсем жұмыстарын бастамас бұрын сол табалдырықтарды шпурлық немесе ұңғымалық оқтамдармен жоюға тура келеді.

Кертпештің қиябетінің жоғарғы бөлігіндегі таужыныстар атылмай қалып, маңдайшалар қалып қойса, забойда экскаватор жұмысына қауіп төнеді.

Қопарылып түсетін таужыныстарының көлемі көп болған сайын экскаватордың тиеу өнімділігі төмендей береді. Кейбір жағдайларда төменгі кертпеште орналасқан теміржол және электр сымдарына зақым келтіруі мүмкін. Сондықтан жаппай жарылыс жұмыстарын орындағанда аттыру параметрлерін дұрыс таңдап алу қажет [3].

Сапасыз жарылыс жұмыстарының себептері мен оларды болдырмау әдістері 7.1-кестеде келтірілген.

7.1-кесте

Сапасыз жарылыс жұмыстарының пайда болу себептері және оларды болдырмау әдістері

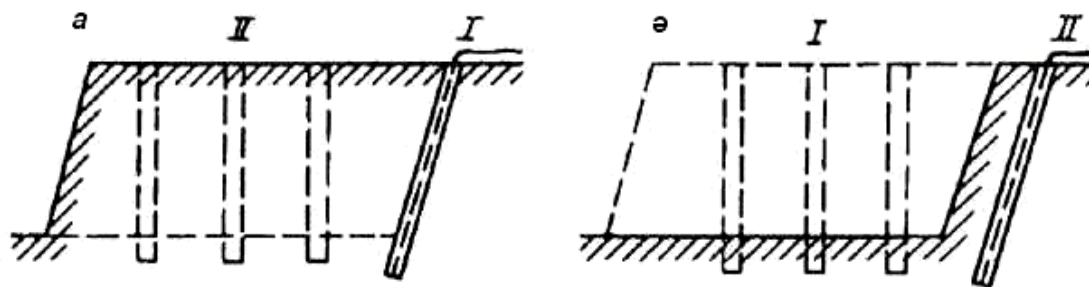
Жарылыс жұмыстарының нәтижелері	Пайда болу себептері	Күресу шаралары
1	2	3
Үлкен кесектердің көп бөлініп шығуы	ЖЗ-тың есепті шығыны аз болғанда	ЖЗ-тың шығынын көбейту керек
	Оқтамның ұңғымада төмен орналасуы	Ұңғымалардың орналасу торын кеңейту, оқтам мөлшерін үлкейту, оқтамдарды ыдыратып орналастыру
	Қолданылатын ЖЗ-тың қуатының жеткіліксіз болуы	Қуатты ЖЗ-ды пайдалану
	Оқтамдар жарылысының кезегі мен кідіру уақытының дұрыс болмауы	Оқтамдар жарылысының кезегі мен кідіру уақыттарын өзгерту
	Ұңғыма диаметрінің өте үлкен болуы	Ұңғыма диаметрін кішірейту
Кертпештің жоғарғы беткейіне қопарылған таужыныстарының үлкен көлемінің лақтырылуы, шекара сыртындағы массивте қуыстардың пайда болуы	ЖЗ-тың меншікті шығынының артық болуы	ЖЗ шығынын азайту, тығын мөлшерін ұзарту
	Кідіру уақытының жеткіліксіз болуы	Кідіру уақытын созу
	Кідіру тізбегінің дұрыс болмауы	Оқтамдар атылысының тізбегін өзгерту
Табалдырықтардың пайда болуы	Асыра бұрғылау мөлшерінің жеткіліксіз болуы	Асыра бұрғылау мөлшерін ұзарту
	Ұңғыманың төменгі бөлігіндегі ЖЗ қуатының жеткіліксіз болуы	Қуатты ЖЗ-ды қолдану
	Сулы ұңғымаларда суға төзімді емес ЖЗ-ды қолдану	Суға төзімді ЖЗ-ды қолдану

1	2	3
Табалдырықтардың пайда болуы	Табан бойынша кедергі мөлшерінің көп болуы	Ұңғымаларды кертпештің ашық шетіне қарай жақындату, диаметрі үлкен, жанаса орналасатын немесе көлбеу ұңғымаларды қолдану
Маңдайшалардың пайда болуы	Ұңғыма тығыны мөлшерінің үлкен болуы	Ұңғымалық оқтам мөлшерін үлкейту, оқтамдарды ыдыратып орналастыру
Таужыныстарының құлап түсу мөлшерінің үлкен болуы	ЖЗ-тың меншікті шығынының көп болуы	ЖЗ-тың меншікті шығынын азайту
	Табан бойынша кедергі мөлшерінің аз болуы	Табан бойынша кедергі мөлшерін үлкейту

7.5. Жиектеуші ұңғымаларды аттыру әдістері

Бұл әдіс жарылыстың қопарғыштық әсерін басқара отырып қолдануға мүмкіндік береді. Бекем таужыныстарында карьер беткейлері мен кертпештің қиғаш беткейлерінің мықтылығын жоғарылату үшін, гидротехникалық каналдардың қабырғаларын бір тегіс қылып алу үшін, яғни қазбалардың жиегін дұрыс шығару үшін қолданылады. Жиектеуші жарылысты орындаудың негізгі екі әдісі бар [3]:

а) алдын ала қуыс жасап алу әдісі, яғни карьердің жобалық жиегінің бойымен диаметрі кіші (60–100 мм) ұңғымалар қатарын орналастырып, аттыру (7.11а-сурет);



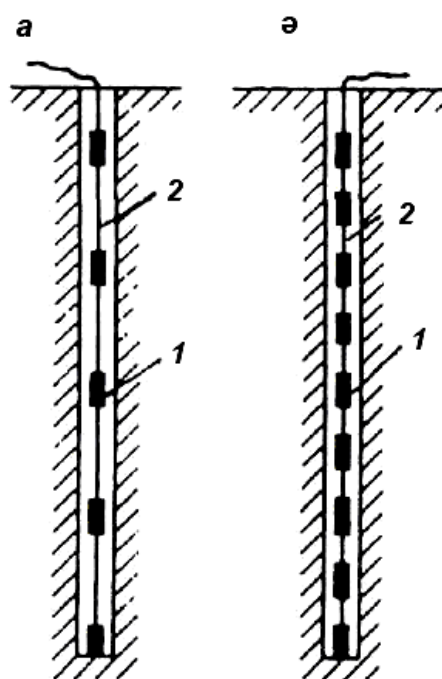
7.11-сурет. Жиектеуші жарылысты орындау сұлбалары:

a – алдын ала қуыс жасап алу әдісі; *ә* – жиектеуші жарылысты соңынан орындау әдісі; *I, II* – жұмыстарды орындау кезегі

ә) жиектеуші жарылысты соңынан орындау әдісі, яғни жиек ұңғымаларын қазбаның жобалық жиегін шығару үшін ең соңынан аттырады (7.11ә-сурет). Жиектеуші қатардағы ұңғымаларды әшекейлендіріп, ыдыратып оқтайды (7.12-сурет).

Жиектеуші жарылыс кезінде, жарылыс әсерінің физикалық мәні біруақытта аттырылатын бірнеше оқтамдардың арақашықтықтарын өзгерткендегі жарылыс әсерінің әртүрлі көрінісін есептеуге негізделген. Барлық жағдайларда оқтам айналасында қопарылу аймағы пайда болады.

Жиектеуші жарылыс кезінде сол аймақтың өлшемдері барынша аз болуы керек. Бұл көрсеткішті әртүрлі арнайы оқтамдарды қолдану, оқталу тығыздығын азайту, ұсақтағыштық қасиеті төмен жарылғыш заттарды пайдалану арқылы алуға болады. Ол үшін тау-кен өндірісі тәжірибесінде жарылғыш зат оқшандары мен ұңғыма қабырғаларының арасына радиалды қуыстар жасайды. Себебі жарылыс газдарының қысымы оқталу тығыздығына кері пропорционалды. Бір-біріне жақын орналасқан екі оқтамда біруақытта аттырған кезде ұңғымалық оқтамдарды байланыстыратын сызықтағы кернеу алаңы басқа бағыттарға қарағанда жоғары болады. Себебі жарықшақ-қуыстардың өсу жылдамдығы кернеу өскен сайын жоғарылай береді. Олай болса, оқтамдарды байланыстыратын сызықта бірінші кезекте жарықшақ пайда болады және сол жарықшақ арқылы газдардың атмосфераға шығып, оқтау камерасындағы қысым төмендейді [3].



7.12-сурет. Әшекейленген оқтамдардың сұлбалары:
1-ЖЗ оқшандары; 2-дүмпіткіш пілте

Мұндай оқтамдардың қопарғыштық әсері оқталу тығыздығы онша үлкен болмағанда шектеулі болады. Жиектеуші оқтамдардың арақашықтығы $\sigma_{сж}/\sigma_p$ қатынасымен анықталады. Оның мәні 10–30 шамасында өзгереді, ал ауытқу диапазоны $\nu=0,3$ шамасында қабылдануы мүмкін.

Анықтамалық мәліметтерге сүйенетін болсақ, оқтамдардың арақашықтығы $a=(4,5\div 9)d$ болуы керек (мұндағы d – ұңғыманың диаметрі). Тау-кен өндірісінің тәжірибесінде ұңғыманың диаметрі 100 мм және оқтамның диаметрі 32 мм болғанда жиектеуші ұңғымалардың арақашықтығын 50–90 см шамасында қабылдайды.

Жиектеуші ұңғымалардың арақашықтығын есептеу үшін Гидроспецстройдың формуласын қолдану ұсынылады:

$$Q = 22d_3k_3k_y, \text{ м;} \quad (7.34)$$

мұндағы d_3 – оқтамның диаметрі, м;

k_3 – сығылу коэффициенті; толық сығылу кезінде $k_3=0,25$; жиектеу ұңғымалары орналасқан қатардың саны үштен артық болғанда $k_3=1$; қатарлардың саны үшке дейін болғанда $k_3=1,1$;

k_y – геологиялық жағдай коэффициенті; көлемді жарықшақтар болмағанда $k_y=1$; жарықшақтар жүйесі мен жиектеу сызығының арасындағы бұрыш 90^0 болғанда $k_y=0,9$; бұрыш $20-70^0$ болғанда $k_y=0,85$; жарықшақтардың кеңістігі жиектеу сызығымен сәйкес келгенде $k_y=1,15$.

1 м ұңғымаға оқталатын оқтамның мөлшерін келесі жолмен қабылдайды:

- бекем таужыныстарында $0,4 \div 0,6$ кг/м;
- бекемдігі орташа таужыныстарында $0,2 \div 0,3$ кг/м.

Тығынның ұзындығын 2–4 м шамасында қабылдайды. Жиектеуші ұңғымалардың тереңдігін қопару ұңғымаларының тереңдігімен бірдей немесе одан 1 м терең етіп қабылдайды.

Жиектеуші ұңғымалар мен қопару ұңғымаларының арақашықтығын 10–20 оқтам диаметрінің шамасындай етіп қабылдайды.

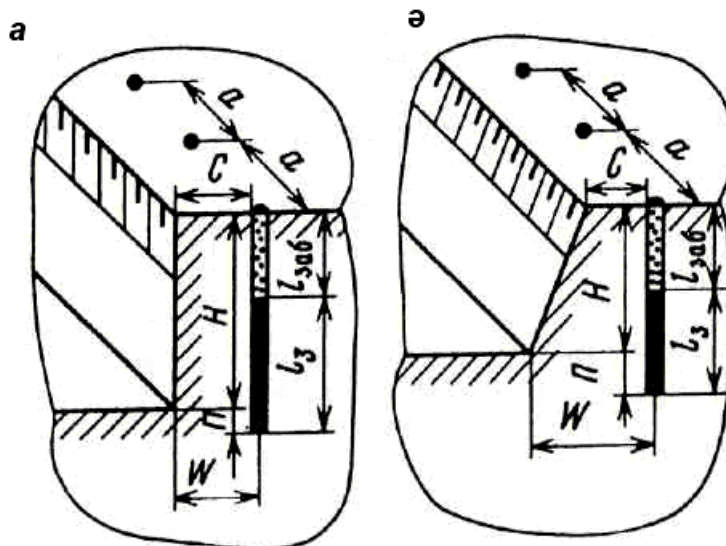
Егер аттырылатын массив жарықшақтанып бөлініп кетуге бейім болса, оған ерекше талап қойылады. Яғни мұндай жағдайда жиектеуші ұңғымалардың тереңдігін 7–12 оқтам диаметрі шамасында тереңірек бұрғылайды. Оқтамдарды ұңғымаға шпагат жіптеріне байлап, әшекейлеп түсіреді. Егер ұңғыманың көлбеулігі шектік мөлшерден артық немесе кем болса, оқтамдарды түзу ағаштарға байлап түсіреді.

7.6. Ашық тау-кен жұмыстарында шпурлық оқтамдарды қолдану әдісі

Карьерлерде шпурлық оқтамдар көмегімен аттыру әдісін қопару жұмыстарының көлемі аз, пайдалы қазбалар қабатының қалыңдығы үлкен емес болғанда, құрылысқа қолданылатын тастардың ірі блоктарын өндіргенде, өлшемі үлкен таужынысы кесектерін ұсақтауға қолданады. Бұл әдісте таужынысының кертпешінде диаметрі 32–70 мм және тереңдігі 3–5 м болатын шпурларды тік (*7.13а-сурет*), көлбеу (*7.13ә-сурет*) және жазық бағыттарда қол перфораторларының көмегімен бұрғылайды [3].

Таужыныстарын карьер кертпешінен жақсы жұлып қопару үшін шпурларды кертпеш биіктігінен 10–15% асыра бұрғылайды. Егер кертпеш табанында тұрақсыз бос таужыныстары шоғырланған болса, шпурларды кертпеш биіктігінің мөлшерімен теңдей етіп бұрғылауға болады. Ал кертпеш табанында саз топырақты таужыныстар шоғырланған болса, шпурларды сол қабатқа 15–20 см жеткізбей бұрғылайды.

Қатарда орналасатын шпурлардың арақашықтығын, бірінші атылатын оқтамдар, кідіріп атылатын оқтамдарды зақымдап кетпейтіндей етіп қабылдау қажет.



7.13-сурет. Карьердегі шпурлық оқтамдарды қолданып аттырудың сұлбалары

Карьер кертпештерін қопаруға қолданылатын шпурлық оқтамдардың параметрлерін (7.14-сурет) келесі жолмен анықтауға болады [3, 17].

Кертпешті қопаруға қолданылатын шпурлық оқтамның массасын келесі формуланы қолданып анықтауға болады:

$$Q_{\phi} = qaW_n H, \text{ кг}; \quad (7.35)$$

мұндағы q – жарылғыш заттың меншікті шығыны, $\text{кг}/\text{м}^3$;

a – қатардағы шпурлардың арақашықтығы, м;

W_n – кертпеш табаны бойынша кедергі сызығы (қысқа қарысу сызығы), м;

H – қопарылатын кертпештің биіктігі, м.

Кертпеш табаны бойынша кедергі сызығының мәнін:

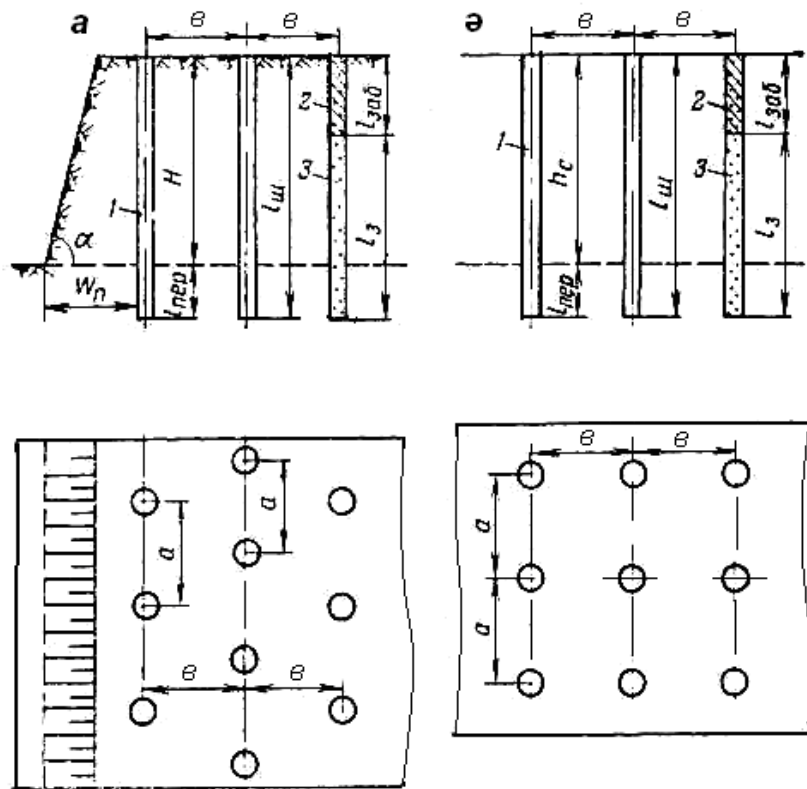
$$W_n = 0,87 \sqrt{\frac{p'}{qm}}, \text{ м} \quad (7.36)$$

формуласын қолданып анықтауға болады. Мұндағы p' – 1 м шпурдың сыйымдылығы, $\text{кг}/\text{м}$;

$m = 0,9 \div 1,6$ – шпурлардың салыстырмалы арақашықтығы. От арқылы аттыру кезінде $m = 0,2 \div 1,6$, лезде аттыру кезінде $m = 0,9 \div 1,5$, қысқа кідіртіп аттыру кезінде $m = 1,0 \div 1,5$.

Шпурлық оқтамның қалған параметрлерін анықтау үшін (7.4), (7.5) және (7.6) формулаларды қолдануға болады.

Есептеулерде асыра бұрғылау мөлшері бекем таужыныстары үшін $l_{\text{пер}}=10d_3$; орташа бекемдіктегі таужыныстары үшін $l_{\text{пер}}=6d_3$; бекем емес таужыныстары үшін $l_{\text{пер}}=3d_3$ шамасында қабылданады.



7.14-сурет. Шпурлық оқтамдардың орналасу сұлбасы:

a – кертпешті қопару әдісі; *б* – бір ашық кеңістігі бар массивті қопару әдісі; 1-шпур; 2-тығын; 3-ЖЗ оқтамы; $l_{ш}$ – шпурдың ұзындығы; $l_{пер}$ – асыра бұрғылау ұзындығы; l_3 – шпур оқтамының ұзындығы; a – қатардағы шпурлардың арақашықтығы; b – шпур қатарларының арақашықтығы; h_c – қопарылатын қабат биіктігі; α – кертпештің қиябетінің көлбеу бұрышы

1-мысал. Бекем таужыныстарынан тұратын кертпештің биіктігі – 2,8 м; қопарылатын таужынысының көлемі $V_{общ} = 420 \text{ м}^3$. Қатардағы шпурлардың арақашықтығы – 1,5 м; қатарлар саны – 3; табан бойынша кедергісі (қысқа қарысу сызығы) $W_{п} = 1,4 \text{ м}$; ЖЗ-тың меншікті шығыны – $0,6 \text{ кг/м}^3$.

Шпурлар санын және жарылғыш заттың шығынын анықтаймыз [17].

Шешімі. Бірінші қатарда орналасқан (7.14a-сурет) бір шпурдың атылысынан қопарылатын таужынысының көлемін анықтаймыз:

$$V'_{\phi} = aW_{п}H = 1,5 \cdot 1,4 \cdot 2,8 = 5,9 \text{ м}^3.$$

Оқтамдар орналасатын қатарлардың арақашықтығын анықтаймыз:

$$b = 0,85W_{п} = 0,85 \cdot 1,4 = 1,19 \approx 1,2 \text{ м}.$$

Бірінші қатардан басқа барлық қатардағы бір шпурдың атылысынан қопарылатын таужынысының көлемін анықтаймыз:

$$V_{\phi} = abH = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 2,8 = 5 \text{ м}^3.$$

Төрт қатардағы жеке оқтамдардың атылысынан қопарылатын таужынысының көлемі:

$$V_{п,\phi} = V'_{\phi} + V_{\phi} \cdot \delta = 5,9 + 3 \cdot 5 = 20,9 \text{ м}^3;$$

мұндағы m_p – қатарлардың саны.

Бір қатарда орналасатын шпурлардың санын анықтаймыз:

$$n_{\phi\delta} = \frac{V_{i\dot{a}\dot{u}}}{V_{\dot{n},\phi}} = \frac{420}{20,9} = 20 \text{ дана.}$$

Шпурлардың жалпы саны:

$$N_{\phi} = \delta_{\delta} i_{\phi\delta} = 4 \cdot 20 = 80 \text{ дана.}$$

Жарылғыш заттың жалпы шығыны:

$$Q_{i\dot{a}\dot{u}} = qV_{i\dot{a}\dot{u}} = 0,6 \cdot 420 = 252 \text{ кг.}$$

Тек бір беткейі ашық таужынысы массивін шпурлық оқтамдармен қопарудың параметрлерін есептеу.

Бұл әдіс (7.14а-сурет) арықтарды (траншея), қазаншұңқырларды (котлован) қазуға және мұзқатқан таужыныстарын қопсытуға қолданылады. Тек бір беткейі ашық таужынысы массивін шпурлық оқтамдармен қопарудың параметрлерін келесі жолмен есептеуге болады [17].

Оқтамның жалпы массасын келесі формуламен анықтауға болады:

$$Q_{i\dot{a}\dot{u}} = qS_c h_c, \text{ кг;} \quad (7.37)$$

мұндағы q – ЖЗ-тың меншікті шығыны, кг/м³;

S_c – қопарылатын таужынысы қабатының ауданы, м²;

h_c – қопарылатын таужынысы қабатының биіктігі, м.

Бір шпурға келетін таужынысы оқтамының массасы:

$$Q_{\phi} = \frac{Q_{i\dot{a}\dot{u}}}{N_{\phi}}, \text{ кг;} \quad (7.38)$$

мұндағы $N_{\text{ш}}$ – шпурлардың есепті саны, дана.

Қатардағы шпурлардың және қатарлардың арақашықтығы:

$$a = b = \sqrt{\frac{S_c}{N_{\phi}}}, \text{ м} \quad (7.39)$$

формуласымен анықталады.

Егер S_c мен $N_{\text{ш}}$ мәндері белгісіз болса, онда:

$$a = b = \sqrt{\frac{Q_{\phi}}{h_c q}}, \text{ м} \quad (7.40)$$

формуласын қолдануға болады.

Сыйымдылығы бойынша шпурлық оқтамның массасы:

$$Q_{\phi} = (l_{\phi} - l_{\zeta\dot{a}\dot{a}}) \rho', \text{ кг;} \quad (7.41)$$

мұндағы $l_{\text{ш}}$ – шпур ұзындығы, м;

ρ' – 1 м шпурдың сыйымдылығы, кг/м.

Қопарылатын таужынысының бекемдігіне байланысты тығын ұзындығы:

$$l_{\zeta\dot{a}\dot{a}} = (0,25 \div 0,5) l_{\phi}, \text{ м.} \quad (7.42)$$

Шпурлық оқтамның есепті ұзындығы:

$$l_{\zeta} = 0,7 l_{\phi}, \text{ м.} \quad (7.43)$$

Аттырылатын шпурлардың саны:

$$N_{\phi} = \frac{S_c h_c q}{Q_{\phi}}, \text{ дана.} \quad (7.44)$$

Шпур ұзындығын келесі формуламен анықтауға болады:

$$l_{\phi} = h_c k_{nep}, \text{ м;} \quad (7.45)$$

мұндағы k_{nep} – асыра бұрғылау коэффициенті; бекем таужыныстары үшін – 1,15; бекемдігі орташа таужыныстары үшін – 1,05.

Мұзқатқан таужыныстарын қопсыту үшін қолданылатын шпурлық оқтамдардың параметрлері келесі формулалармен анықталады.

Шпур тереңдігі:

$$l_{\phi} = (0,85 \div 0,9) h_i, \text{ м;} \quad (7.46)$$

мұндағы h_m – мұзқатқан қабат қалыңдығы, м;

Мұзқатқан таужыныстарын қопсыту үшін қолданылатын шпурлық оқтамдардың массасы:

$$Q_{i,\phi} = q l_{\phi}^2, \text{ кг.} \quad (7.47)$$

Шпурлардың арақашықтығы:

$$\dot{a} = 21d \sqrt{\frac{\Delta}{q}}, \text{ м;} \quad (7.48)$$

мұндағы d – шпур диаметрі, м.

2-мысал. Қопарылатын бекем таужынысының қалыңдығы $h_c = 2$ м; қопарылатын блоктың ұзындығы – 60 м, ені – 12 м. Жарылғыш заттың меншікті шығыны – 0,6 кг/м³; $Q_{ш} = 2,4$ кг.

Бұрғылау жұмыстарының көлемін және шпурлық оқтамдардың жалпы массасын анықтаймыз [17].

Шешімі. Қопарылатын блоктың ауданын анықтаймыз:

$$S_c = 60 \cdot 12 = 720 \text{ м}^2.$$

(7.37) формуланы пайдаланып, шпурлық оқтамдардың жалпы массасын анықтаймыз:

$$Q_{i\dot{a}\dot{a}} = q S_c h_c = 0,6 \cdot 720 \cdot 2 = 864 \text{ кг.}$$

Шпурдың ұзындығы:

$$l_{\phi} = h_c k_{nep} = 2 \cdot 1,15 = 2,3 \text{ м.}$$

Шпурлардың жалпы саны:

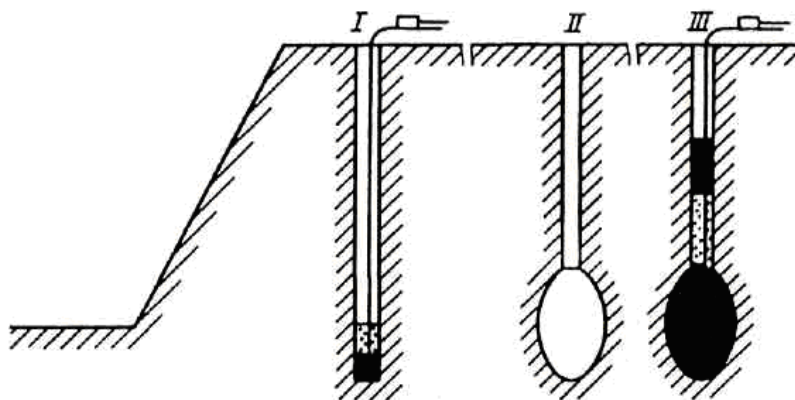
$$N_{\phi} = \frac{Q_{i\dot{a}\dot{a}}}{Q_{\phi}} = \frac{864}{2,4} = 360 \text{ дана.}$$

Бұрғылау жұмыстарының жалпы көлемі:

$$L_{\dot{a}} = N_{\phi} l_{\phi} = 360 \cdot 2,3 = 828 \text{ м.}$$

7.7. Қазандық және камералық оқтамдарды қолданып таужыныстарын қопару

Қазандық (котелды) оқтам әдісі. Қазандық оқтам әдісінде шпурдың немесе ұңғыманың түбіне аз мөлшерде жарылғыш зат салып аттырады (7.15-сурет). Соның арқасында шпурдың немесе ұңғыманың төменгі бөлігі қопарылып, эллипс тәрізді камера пайда болады. Содан кейін сол камераға таужынысы суығаннан кейін (15 мин кейін) үлкен көлемдегі жарылғыш затты орналастырады. Сол шпур немесе ұңғыманың түбінде пайда болған камераны – қазандық деп, ал оған салынған жарылғыш зат оқтамын – қазандық оқтам деп атайды [3].



7.15-сурет. Қазандық оқтаммен аттыру кезіндегі операциялардың орындалу кезегі:
I – аттырма оқтамның орналастыру; II – дайын қазандық ұңғыма; III – біріккен оқтамның орналасуы

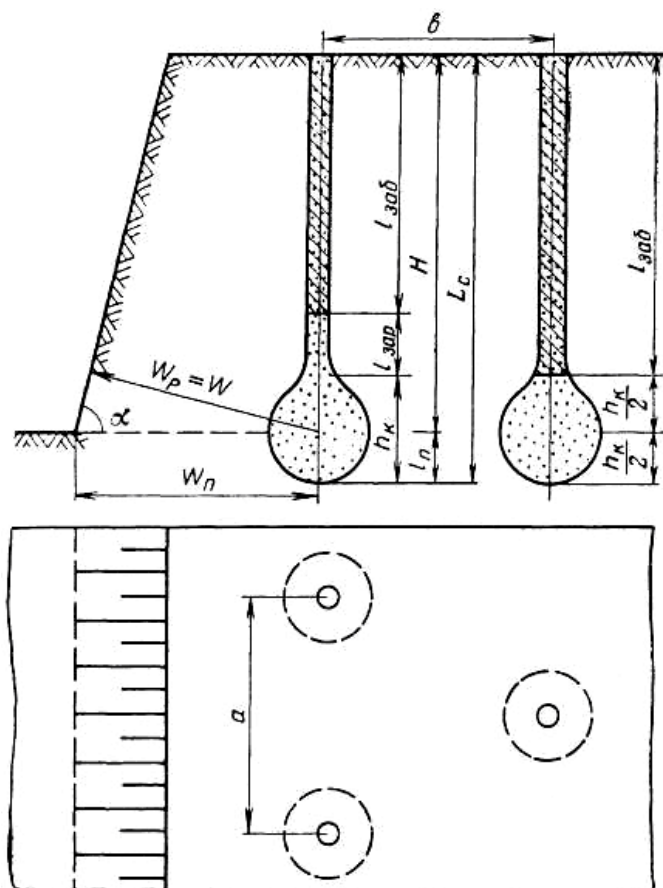
Қазандық оқтам әдісін қазандық жасауға мүмкіндік бар жарықшақты орнықты таужыныстарында жеке және топтап аттыруға қолдануға болады.

Қазандық жасау үшін қолданылатын аттырма оқтамның мөлшерін, негізгі оқтамның мөлшері мен аттырма коэффициентінің мәндері арқылы анықтауға болады. Әдетте шпурлардағы аттырма оқтамның мөлшерін 0,3–0,7 кг, ұңғымалардағы аттырма оқтамның мөлшерін 10–15 кг шамасында қабылдайды. Аттырма оқтамдарды оталдырғыш-оқшандардың көмегімен қоздырады. Оталдырғыш-оқшандарды шпур немесе ұңғымаларға шпагат жіптеріне байлап, ал жазық жағдайда тығындағыштардың көмегімен орналастырады. Аттырма оқтамдардың тығынының мөлшері оқтам биіктігінің 0,8–1,25 шамасын құрайды. Кейбір жағдайларда тығын қолданылмайды [3].

Ұңғыма тереңдігі 4 м-ден артық болғанда, оталдырғыш-оқшандарға екі қоздырғыш орнатады. Егер ұңғыманың тереңдігі 9,5 м-ден артық болса, аттырма оқтамды қоздыру үшін электрлі дүмпіткіштер немесе дүмпіткіш пілтелер қолданылады. Аттырма оқтамды аттырғаннан кейін қазандықтың ішін сығылған ауаны қолданып, қопарылған таужыныстарынан тазалайды. Аттырма оқтам орналасатын шпур немесе ұңғыманы қазандықтың ортасы кертпеш табанының деңгейінде жататындай етіп бұрғылау қажет.

Қазандық оқтамның негізгі параметрлерін (7.16-сурет) келесі жолмен

анықтауға болады.



7.16-сурет. Кертпешті қопару кезіндегі қазандық оқтамдардың орналасу сұлбасы: a – қатардағы қазандық оқтамдардың арақашықтығы; b – қазандық оқтамдар орналасқан қатарлардың арақашықтығы; H – кертпеш биіктігі; $l_{нер}$ – асыра бұрғылау мөлшері; h_k – қазандықтың биіктігі; l_{zap} – ұңғымадағы оқтамның ұзындығы; l_{3ab} – тығын ұзындығы; W – қысқа қарысу сызығы; W_n – табан бойынша кедергі сызығы; α – кертпештің қиябетінің көлбеу бұрышы; L_c – қазандық ұңғыманың тереңдігі

Аттырма оқтам мөлшері [17]:

$$Q_n = \frac{Q_k}{\ddot{I}_{i\delta} \Delta}, \text{ кг}; \quad (7.49)$$

мұндағы Q_k – негізгі қазандық оқтам массасы, кг;
 Π_{np} – атқылама көрсеткіші, м³/кг (7.2-кесте);
 Δ – ЖЗ оқтамының тығыздығы, кг/м³.

Атқылама көрсеткішінің мәні:

$$\ddot{I}_{i\delta} = \frac{V'_k}{Q_n}, \text{ м}^3/\text{кг}; \quad (7.50)$$

мұндағы V'_k – қазандық кеңістігінің көлемі, м³;

$$V'_k = V_k - 0,785d^2 h_k, \text{ м}^3; \quad (7.51)$$

мұндағы d – ұңғыманың диаметрі, м;

h_k – қазандықтың биіктігі, м;

V_k – қазандықтың көлемі, м³.

Аттырма оқтамның мөлшерін келесі формулаларды қолдану арқылы да анықтауға болады:

$$Q_n = k_{np} Q_k, \text{ кг}; \quad (7.52)$$

мұндағы k_{np} – аттырма жұмыстарына қолданылатын ЖЗ-тың шартты шығынының коэффициенті, кг/м³ (7.2-кесте);

$$Q_n = q_n V_k, \text{ кг}; \quad (7.53)$$

мұндағы q_n – аттырма жұмыстарына қолданылатын ЖЗ-тың меншікті шығыны, кг/м³ (7.2-кесте).

Қазандық оқтамның массасы:

$$Q_k = q W_p^3, \text{ кг}; \quad (7.54)$$

мұндағы q – қопсытуға қолданылатын ЖЗ-тың меншікті шығыны, кг/м³;

W_p – есепті қарысу сызығы, м;

$$W_p = 0,8H, \text{ м}; \quad (7.55)$$

мұндағы H – аттырылатын кертпештің биіктігі, м.

Қазандықтың сыйымдылығы бойынша қазандық оқтамның массасы:

$$Q_k = V_k \Delta, \text{ кг}. \quad (7.56)$$

7.2-кесте

Таужыныстарының түрлері	Атқылама көрсеткіші, дм ³ /кг	Аттырма жұмыстарына қолданылатын ЖЗ-тың меншікті шығыны, кг/м ³	Аттырма жұмыстарына қолданылатын ЖЗ-тың шартты шығынының коэффициенті, кг/дм ³
Иілмелі мореналық саз	1100	1,0	0,001
Қара саз	500	2,0	0,002
Мореналық саз	330	3,0	0,003
Сары-қоңыр майлы саз	250	4,0	0,004
Қою қызыл майлы саз	210	4,8	0,0048
Өте жарықшақты жұмсақ мергель	200	5,0	0,005
Жарықшақты жұмсақ мергель	140	7,1	0,0071
Қою көк саз	120	8,4	0,0084
Ауыр саздақ, құм араласқан саз	110	9,1	0,0091
Жұмсақ бор, әктасты ұлутас	45	22	0,022
Бекемдігі орташа мергель, өте жарықшақты жұмсақ әктас	20	50	0,05
Тығыз гипс, саз топырақты тақтатас, өте жарықшақты гранит, бекемдігі орташа фосфорит	10	100	0,1

Оқтамды қазандықта және ұңғымада орналастырсақ, оның массасы:

$$Q'_k = Q_k + pl_{\zeta\hat{e}} = V_k \Delta + pl_{\zeta\hat{e}}, \text{ кг}; \quad (7.57)$$

формуласымен анықталады. Мұндағы $l_{\zeta\hat{e}}$ – қазандық ұңғымадағы оқтамның ұзындығы, м;

$$l_{\text{сә}} = (0,2 \div 0,6)L_k, \text{ м}; \quad (7.58)$$

$$L_k = H + \frac{h_k}{2}, \text{ м};$$

мұндағы L_k – қазандық ұңғыманың ұзындығы, м;

h_k – қазандықтың биіктігі, м.

Қатардағы қазандық ұңғымалардың арақашықтығы:

$$a = mW_p, \text{ м}; \quad (7.59)$$

мұндағы $m=0,9 \div 1,4$ – салыстырмалы қашықтық.

Қазандық ұңғыма қатарларының арақашықтығы $b = 0,85W_p$.

Созылған қазандықтарды жасағанда, аттырма оқтамның мөлшері:

$$Q_n = 0,785d^2 \Delta l_k, \text{ м}; \quad (7.60)$$

мұндағы l_k – қазандықтың ұзындығы, м.

Созылған қазандықтың диаметрі:

$$D_k = 15d\sqrt{\Delta}, \text{ м}; \quad (7.61)$$

мұндағы d – оқтамның диаметрі, м.

1-мысал. Қазандық оқтамдардың көмегімен алаң ұзындығы $L_y = 192$ м, кертпеш биіктігі – 10 м әктасты таужыныстарын қопару керек. Қазандық кеңістіктер қалыңдығы 0,8 м саз топырақ қабатының астында орналасады. Аттырмаға жұмсалатын салыстырмалы ЖЗ шығынының коэффициенті – 0,01 кг/дм³. Оқтамдардың салыстырмалы арақашықтығы $m=1,2$. Қазандық оқтамның бір бөлігі $d=150$ мм ұңғымада орналасады. Ұңғымадағы оқтамның ұзындығы $l_{\text{зк}}=0,3L_k$; $q=0,4$ кг/м³. Бір қатарлы аттыру әдісі қолданылады [17].

Сондағы Q_k , Q_n , a , W_p мәндерін, бұрғылап-аттыру жұмыстарының көлемін және 1 м ұңғыманың жарылысынан қопарылатын таужынысының көлемін анықтаймыз.

Шешімі. Есепті қарысу сызығының мәнін анықтаймыз:

$$W_p = 0,8H = 0,8 \cdot 10 = 8 \text{ м.}$$

Негізгі оқтам массасы:

$$Q_k = qW_p^3 = 0,4 \cdot 8^3 = 204,8 \approx 205 \text{ кг.}$$

Аттырма оқтам массасы:

$$Q_n = k_{np}Q_k = 0,01 \cdot 205 = 2,05 \text{ кг.}$$

Қазандықтың биіктігін саз топырақ қабатының қалыңдығына 0,8 м тең деп алып, ұңғыманың ұзындығын анықтаймыз:

$$L_k = H + \frac{h_k}{2} = 10 + \frac{0,8}{2} = 10,4 \text{ м.}$$

Қатардағы қазандық ұңғымалардың арақашықтығы:

$$a = mW_p = 1,2 \cdot 8 = 9,6 \text{ м.}$$

Қазандық ұңғымалардың қажетті санын анықтаймыз:

$$N = \frac{L_y}{a} - 1 = \frac{192}{9,6} - 1 = 19 \text{ дана.}$$

Бұрғылау көлемі:

$$L_{\text{д}} = NL_k = 19 \cdot 10,4 = 197,8 \text{ м.}$$

1 м ұңғыманың атылысынан қопарылатын таужынысының көлемі:

$$V'_c = \frac{aW_p H}{L_k} = \frac{9,6 \cdot 8 \cdot 10}{10,4} = 73,84 \text{ м}^3/\text{м.}$$

Камералық оқтам әдісі. Камералық оқтам әдісі – көлемі үлкен массивтерді жаруға пайдаланылады. Сондықтан, бұл әдісті қолдану нәтижесінде өте көп таужыныстары қопарылады [3, 4].

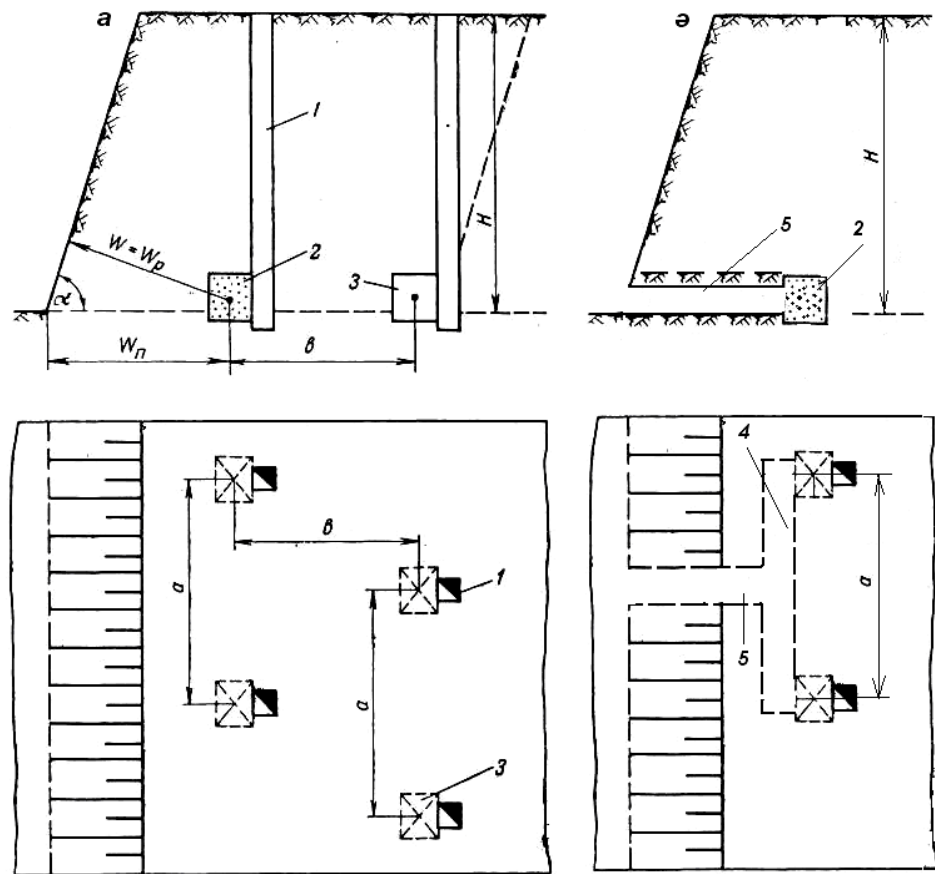
Камералық оқтамдар арнайы оқтам камерасында орналастырылады. Бұл камералар штольня немесе шурф сияқты миналық қазбалар арқылы жер бетімен байланысады.

Ашық тау-кен жұмыстарында арық, қазаншұңқыр, канал, т.с.с. қазбаларды жасау үшін камералық оқтам өте жиі қолданылады. Карьер жасағанда, кенді басып жатқан бос таужыныстарын алысқа лақтырып тастауға камералық оқтам әдісін қолдануға болады. Сонымен, камералық оқтамның жұмсалатын жерлері – ұңғымалық оқтам сияқты кертпешті қопару, таужыныстарын лақтырып тастау, жаппай жару, т.б. Лақтырып тастау үшін жаппай аттыру әдісімен дайын қазаншұңқыр немесе арық қазуға болады.

Камералық оқтамның артықшылығына мыналар жатады: бекемдігі әртүрлі таужыныстарында қолдануға болады, ол аз мерзімнің ішінде өте көп таужыныстарын қопарып тастап, дайын қазбаларды алуға мүмкіншілік береді. Жұмыс өнімі жоғары, бір ауысымда адамның өнімі 25–30 м³ таужынысы, кейде 70–90 м³ дейін жетеді. Сонымен қатар, камералық оқтам әдісінің кемшіліктері де бар. Олар мыналар: бос таужыныстарында экскавациялаудан гөрі, қымбатырақ бекем таужыныстарында камералық оқтамдар үлкен кесектерді көбірек жасайды. Ал лақтыру әдісін қолданған кезде қопарылған таужыныстары ойдағыдай үгілмейді [4].

Камералық оқтамдар арқылы таужыныстарын бұзу әдісі өте биік (биіктігі 15 м асатын) және көлбеу (көлбеу бұрышы 50⁰ шамасында) кертпештерді қопару үшін қолданылады. Мұнда алдымен кертпештің төменгі жағы бұзылады. Содан кейін кертпештің үстіңгі жағы өз салмағымен құлайды.

Биік кертпештерді бұзуға көбінесе алаңы 1,3x1,8 м шамасында штольнялар қолданылады. Биіктігі 15 м төмен кертпештерді құлату үшін шурфтарды қолдануға болады. Камералық оқтамдарды және дайындық қазбаларды (шурф пен штольняны) орналастыру сұлбасы 7.17-суретте көрсетілген.



7.17-сурет. Камералық оқтамдар арқылы кертпештерді копару:

a – миналық шурф; э – миналық штрек; 1-шурф; 2-ЖЗ оқтамы; 3-миналық камера; 4-штрек; 5-штольня; а – қатардағы оқтамдардың арақашықтығы; в – камералық оқтам қатарларының арақашықтығы; α – кертпештің қиябетінің көлбеу бұрышы; W_n – табан бойынша кедергі сызығы; W – қысқа қарысу сызығы

Штольнялар кертпештің табанында қазылады. Оқтам камералары штольняның табанынан сәл жоғарырақ орналастырылады. Өте құрғақ жерлерде камераның төменірек орналасуы да мүмкін. Қопарып құлатылатын таужыныстарының көлеміне байланысты, камералар бір немесе бірнеше қатарларға орналасуы мүмкін. Камераны бекіту мәселесі, таужыныстарының бекемдігіне байланысты. Сулы жерлерде камераларда толық немесе аздап гидроизоляция қолдану керек. Біраз гидроизоляция пайдаланған кезде камераның табанына тақтай төсейді де, камераның төбесі мен бүйірлерін тақтаймен коршап, руберойд сияқты заттармен жабады [4, 17].

Тәжірибе жүзінде камералық оқтамның қысқа қарысу сызығы – кертпеш биіктігінің 0,5–0,7 шамасында болады. Оқтамдардың екі арасы 0,8–1,4 ең қысқа қарысу сызығы шамасында болады (оқтамдардың жақындау коэффициентінің шамасы $m = 0,8–1,4$).

Камералық оқтам әдісін қолданғанда жару жұмыстары арнайы жобамен іске асырылады. Жобада қабылданған әдістің қажеттілігі, қазбалар (штольня, шурф, т.б.) мен оқтам камераларын жүргізуге керекті дайындық жұмыстары, оқтау жұмыстарын ұйымдастыру жолдары, т.с.с. мәселелер көрсетіледі. Сонымен қатар, жару жұмыстарының күнтізбелік мезгілдері,

материалдар мен жұмыскер күштерінің шығыны және өнеркәсіп қауіпсіздігінің талаптары да көрсетілуі қажет. Жоба бекітілгеннен кейін қазбалардың орнын белгілеп, олардың бағытын және тереңдігін өлшейді. Қазбалар қазылып болғаннан кейін оқтау жұмысына кіріседі. Жұмысты жүргізуге жауапты адамдарға, оқтамдарды орналастыру жоспары беріледі. Бұл жоспарда оқтам мөлшері мен саны, оталдырғыш-оқшан конструкциясы, ЖЗ пен қоздыру құралдарын орналастыру әдісі сияқты мәселелер көрсетіледі.

ЖЗ-ды орналастырып болғаннан кейін, оқтамға оталдырғыш-оқшан салынады. Әрбір камералық оқтамда оталдырғыш-оқшандардың саны екіден кем болмауы керек. Бұл оқшандардың біреуі негізгі, екіншісі – қосалқы (екінші рет қайталаушы) болып саналады. Оталдырғыш-оқшанды орналастыру үшін жәшіктерді қолдануға болады. Бұл жәшіктердің ішіне 30–40 кг ЖЗ және керекті қоздыру құралдары салынады. Дүмпіткіш пілте немесе сымдарды өткізу үшін жәшіктің бір қабырғасында тесік болады. Бұл тесіктің ішкі жағынан планка орналастырылады да, планкаға дүмпіткіш пілте немесе сымдар жақсылап бекітіледі.

Оқтап болғаннан кейін камераның аузын тақтайдан жасалған қалқанмен жауып, оның сыртынан тығын орналастырады. Тығындаған кезде қоздыру құралдары бүлінбеуі үшін дүмпіткіш пілте мен сымдарды қағазға орап, құбырдың ішіне орналастырады.

Камералық оқтамның негізгі параметрлерін келесі жолмен анықтауға болады [17].

Сериялы аттыру кезінде камералық оқтамның мөлшері келесі формуламен анықталады:

$$Q_{\text{эс}} = qW_p^3(0,5 + 0,4m), \text{ кг.} \quad (7.62)$$

Камералық оқтамдар үшін:

$$W_p = (0,5 \div 0,9)H, \text{ м; } m = 0,8 \div 1,4. \quad (7.63)$$

Оқтам камерасының көлемі келесі формуламен анықталады:

$$V_{\text{эд}} = k_v \frac{Q_{\text{эс}}}{\Delta}, \text{ м}^3; \quad (7.64)$$

мұндағы $k_v = 1,1 \div 1,8$ – оқтам камерасының көлемінің үлкею коэффициенті.

$W_p = W$. Ал қысқа қарысу сызықтарының мәні әртүрлі болған жағдайда көрші орналасатын оқтамдардың арақашықтығы келесі формуламен анықталады:

$$a = m \frac{W_1 + W_2}{2}, \text{ м;} \quad (7.65)$$

мұндағы W_1 және W_2 – көрші орналасқан екі оқтамның қысқа қарысу сызықтарының мәні, м.

2-мысал. Қопарылатын кертпеш биіктігі $H=14$ м; $W_1=0,6$ Н; $W_2=10$ м; $q=0,7$ кг/м³; $k_v=1,1$; $m=1,1$; $\Delta=0,9$ кг/м³ болғанда, оқтам камераларының көлемі мен арақашықтықтарын анықтаймыз [17].

Шешімі. Бірінші оқтамның қысқа қарысу сызығының мәнін

анықтаймыз:

$$W_1 = 0,6H = 0,6 \cdot 14 = 8,4 \text{ м.}$$

(7.65) формуланы қолданып, оқтамдардың арақашықтығын анықтаймыз:

$$a = m \frac{W_1 + W_2}{2} = 1,1 \frac{8,4 + 10}{2} = 10,12 \text{ м.}$$

$a = 10,2$ м деп қабылдаймыз.

Бірінші және екінші камералық оқтамдардың массаларын анықтаймыз:

$$Q_{\acute{e}c1} = qW_{p1}^3 (0,5 + 0,4m) = 0,7 \cdot 8,4^3 (0,5 + 0,4 \cdot 1,1) = 390 \text{ кг} = 0,39 \text{ т};$$

$$Q_{\acute{e}c2} = qW_{p2}^3 (0,5 + 0,4m) = 0,7 \cdot 10^3 (0,5 + 0,4 \cdot 1,1) = 660 \text{ кг} = 0,66 \text{ т.}$$

(7.64) формуланы қолданып оқтам камерасының көлемін анықтаймыз:

$$V_{\acute{e}d1} = k_v \frac{Q_{\acute{e}c1}}{\Delta} = 1,1 \frac{0,39}{0,9} = 0,476 \text{ м}^3;$$

$$V_{\acute{e}d2} = k_v \frac{Q_{\acute{e}c2}}{\Delta} = 1,1 \frac{0,66}{0,9} = 0,807 \text{ м}^3.$$

7.8. Карьерлерде ұңғымаларды оқтауға қолданылатын оқтағыш машиналар

Соңғы жылдары ашық тау-кен жұмыстарында ұңғымаларды оқтауға шетелдік және Ресейдің шығарған оқтағыш машиналары кеңінен қолданылуда. Солардың ішінде «Анол», «Орика», «СЗМ», «МЗ», «МЗП» оқтағыш машиналарын атап кетуге болады [3].

Гранулит Э жарылғыш затын оқтауға арналған МЗ-3Б оқтау машинасы (7.18-сурет) карьерлерде ұңғымаларды оқтауға кең қолданылады. Мұнда эмульсияны жеке жетек арқылы беру жүйесі қарастырылған. Сол арқылы гранулит Э жарылғыш заты оқтау барысында дайындалады.



7.18-сурет. МЗ-3Б оқтағыш машинасы

МЗ-3Б оқтағыш машинасының техникалық сипаттамалары:	
Оқталатын ұңғыманың ұсынылған диаметрі, мм.....	200
Жүккөтергіштігі, кг.....	12000
Техникалық өнімділігі, кг/мин.....	600
Сыртқы өлшемдері, мм:	
ұзындығы	7820
ені.....	2500
биіктігі.....	4000
Жүкпен есептегендегі массасы, кг.....	14600

МЗП-10 оқтағыш машинасы (7.19-сурет) жарылғыш заттарды тасымалдауға, дайындауға, ашық тау-кен жұмыстарында ұңғымаларды оқтауға арналған құрал. Бұл оқтағыш машинаны қолдана отырып, бір тұрған жерінде 6 ұңғымаға дейін оқтауға болады.



7.19-сурет. МЗП-10 оқтағыш машинасы

МЗП-10 оқтағыш машинасының техникалық сипаттамалары:	
Жүккөтергіштігі, кг.....	10800
Техникалық өнімділігі, кг/мин.....	90
Оқталатын ұңғыманың ұсынылған диаметрі, мм.....	125-160
ЖЗ мөлшерлеуінің мүмкін болатын ауытқуы, %.....	±4
Сыртқы өлшемдері, мм:	
ұзындығы	9000
ені.....	2500
биіктігі.....	4000
Жүкпен есептегендегі массасы, кг.....	14600

Шетелдік өндірушілерінің арасынан «Орика» және «Анол» фирмаларының оқтау машиналары ашық тау-кен өндірісінде кең қолданысқа ие. Бұл машиналар диаметрі 60–80 мм, тереңдігі 40 м дейінгі ұңғымаларды эмульсиялы жарылғыш заттармен оқтауға арналған құрал. Карьерлерде ұңғымаларды оқтауға толық механикаландырылған және автоматтандырылған оқтау машиналарын қолдану жұмыс өнімділігін арттырып қана қоймай сонымен қатар жұмыстың қауіпсіз орындалуын қамтамасыз етеді.

Бақылау сұрақтары

1. Ұңғымалық оқтамдармен таужыныстарын қалай қопаруға болады?
2. Карьерлерде жаппай жарылыс жұмыстары қандай тәртіппен орындалады?
3. Ұңғымалық оқтамдардың негізгі параметрлері қалай анықталады?
4. Карьер кертпештерінде ұңғымалардың бұрғылану бағыттары қалай анықталады?
5. Ауа аралықтарымен бөлінген ұңғымалық оқтамдардың параметрлерін қалай есептейді?
6. Ұңғымалық оқтамдарды қысқа кідіртіп және жиектеп аттыру әдістерін қалай іске асыруға болады?
7. Ұңғымалық оқтамдар атылысының сапасын бақылау әдістерін атаңыз?
8. Ашық тау-кен жұмыстарында шпурлық оқтамдарды қолдану әдісін және оның негізгі параметрлерін анықтау жолын атаңыз?
9. Карьерлерде қазандық және камералық оқтамдарды қолданып таужыныстарын қопару әдісі қалай іске асырылады?
10. Карьерлерде ұңғымаларды оқтауға қандай оқтағыш машиналар қолданылады?

ӘДЕБИЕТТЕР

1. *Сердалиев Е.Т.* Тау-кен ісіндегі бұрғылау-жару жұмыстары. Оқу құралы. –Алматы: ҚазҰТУ, 2009.
2. *Кутузов Б.Н.* Методы ведения взрывных работ. Ч.1. Разрушение горных пород взрывом. –М.: «Горная наука», 2007.
3. *Кутузов Б.Н.* Методы ведения взрывных работ. Ч.2. Взрывные работы в горном деле и промышленности. –М.: «Горная наука», 2007.
4. *Ибраев Ш.И.* Тау-кен өндірісіндегі бұрғылау және аттыру жұмыстары. Оқу құралы. –Алматы: 1967.
5. *Бегалинов А.Б.* Жазық және көлбеу жерасты қазбалары құрылысының технологиясы. Оқу құралы. –Алматы: «Қазақ энциклопедиясы», 2008.
6. *Бегалинов А.Б.* Тік окпандар құрылысының технологиясы. Оқу құралы. –Алматы: ҚазҰТУ, 2009.
7. *Бегалинов А.Б.* Шахта және жерасты ғимараттары құрылысының технологиясы. I том. Тік окпандар құрылысының технологиясы. Оқулық. –Алматы: ҚазҰТУ, 2011.
8. *Бегалинов А.Б.* Шахта және жерасты ғимараттары құрылысының технологиясы. II том. Жазық және көлбеу жерасты қазбалары құрылысының технологиясы. Оқулық. –Алматы: ҚазҰТУ, 2011.
9. *Ильмухамедов Т.Г.* Кен қазбаларын жүргізу технологиясы. –Алматы: ҚазҰТУ, 2007.
10. *Муртазин М.М.* Лабораторный практикум по основам горного и геологоразведочного производства. Учеб. пособие. –Алматы: КазНТУ, 2004.
11. *Игбаев Т.М., Ильмухамедов Т.Г.* Оттегілік балансты есептеу және өндірістік атылғыш заттарды құрастыру. Әдіст. нұсқау. –Алматы: ҚазПТИ, 1992.
12. *Әлібаев Ә.О.* Тау-кен жыныстарын бұзу және аттыру. Әдіст. нұсқау. –Алматы: ҚазПТИ, 1993.
13. *Әлібаев Ә.О.* Тау-кен қазбаларын жүргізуге қолданылатын бұрғылау және аттыру жұмыстарының паспорты. Әдіст. нұсқау. –Алматы: ҚазҰТУ, 2001.
14. *Ильмухамедов Т.Г., Сердалиев Е.Т.* Тік қазбаларды жүргізу. Әдіст. нұсқау. –Алматы: ҚазҰТУ, 2002.
15. *Сердалиев Е.Т.* Бұрғылау-жару жұмыстарын жүргізу техникасы мен технологиясы пәні бойынша оқу-әдістемелік кешені. –Алматы: ҚазҰТУ, 2007.
16. *Кутузов Б.Н.* Лабораторные и практические работы по разрушению горных пород взрывом. –М.: «Недра», 1981.
17. *Гущин В.И.* Задачник по взрывным работам. –М.: «Недра», 1972.
18. *Шехурдин В.К.* Задачник по горным работам, проведению и креплению горных выработок. Учебное пособие. –М.: «Недра», 1985.
19. *Жаркенов М.І., Әлменов Т.М.* Тік окпанды жүргізу технологиясының инженерлік есептері. I-бөлім. Әдіст. нұсқау. –Алматы: ҚазҰТУ, 2004.

20. Дубнов Л.В. Промышленные взрывчатые вещества. Учебник. –М.: «Недра», 1973.
21. Юхансон К., Персон П. Детонация взрывчатых веществ. Учебник. –М.: «Мир», 1973.
22. Светлов Б.Я., Яременко Н.Е. Теория и свойства промышленных взрывчатых веществ. Учебник. –М.: «Недра», 1966.
23. Кутузов Б.Н., и др. Проектирование взрывных работ. Учебник. –М.: «Недра», 1974.
24. Кутузов Б.Н., Нишпал Г.А. Технология и безопасность изготовления и применения ВВ на горных предприятиях. Учебник. –М.: МГГУ, 1999.
25. Авдеев Ф.А., и др. Нормативный справочник по буро-взрывным работам. –М.: «Недра», 1986.
26. Козлов А.Д., Духовная Г.М. Расчетные характеристики промышленных взрывчатых веществ. Метод. указание. –Алматы: КазНТУ, 1998.
27. «Жарылыс жұмыстары кезіндегі өнеркәсіп қауіпсіздігінің талаптары». –Астана. 2009.
28. Қазақша-орысша орысша-қазақша терминологиялық сөздік. –Алматы: «Рауан», 2000.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе.....	3
1. ТАУЖЫНЫСТАРЫНЫҢ НЕГІЗГІ ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ ШПУРЛАР МЕН ҰҢҒЫМАЛАРДЫ БҰРҒЫЛАУ ӘДІСТЕРІ.....	5
1.1. Бұрғылау және қопару тиімділігіне әсер ететін таужыныстарының қасиеттері.....	5
1.2. Таужыныстарының классификациясы.....	6
1.3. Бұрғылау әдістерінің жалпы сипаттамасы.....	9
1.3.1. Шпурларды айналмалы бұрғылау.....	10
1.3.2. Шпурларды соққылы бұрғылау әдісі.....	12
1.3.3. Ұңғымаларды айналмалы бұрғылау.....	18
1.3.4. Батырма пневмосоққылағыштармен ұңғымаларды бұрғылау.....	19
1.3.5. Ұңғымаларды шарқашаулармен бұрғылау.....	24
1.3.6. Ұңғымаларды от және жарылыс күшімен бұрғылау.....	27
2. ЖАРЫЛЫС ТЕОРИЯСЫНЫҢ НЕГІЗІ ЖӘНЕ ЖАРЫЛҒЫШ ЗАТТАРДЫ ЖАСАУ.....	35
2.1. Жарылыс классификациясы.....	35
2.2. Өнеркәсіптік жарылғыш зат оқтамдарының жарылыс сипаттамалары.....	35
2.3. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың жалпы сипаттамалары және оларды дайындау принциптері.....	36
2.4. Жарылыс кезіндегі химиялық реакциялар.....	38
2.5. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың жарылысы кезіндегі пайда болатын улы газдар.....	42
2.6. Жарылыстың оттегілік балансы және улы газдардың бөлінуі.....	46
2.7. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың дүмпуінің физикалық мәні.....	49
2.8. Соққы толқыны теориясының элементтері.....	51
2.9. Жарылғыш заттардың дүмпу теориясының негізі.....	54
2.10. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың дүмпу ерекшеліктері.....	58
2.11. Жарылғыш зат оқтамдары дүмпуінің жылдамдығы мен тұрақтылығына әсер ететін факторлар.....	61
3. ӨНЕРКӘСІПТІК ЖАРЫЛҒЫШ ЗАТТАР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІ МЕН САПАСЫН БАҒАЛАУ ӘДІСТЕРІ.....	75
3.1. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың топтамасы.....	75
3.2. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың негізгі компоненттері.....	79
3.3. Ашық және жерасты тау-кен жұмыстарына арналған, құрамында жарылғыш компоненттері жоқ	

жарылғыш заттар.....	83
3.4. Ашық және жерасты тау-кен жұмыстарына арналған түйіршіктелген тротилді жарылғыш заттар.....	85
3.5. Жерасты тау-кен жұмыстарына арналған ұнтақталған және тығыздалған жарылғыш заттар.....	87
3.6. Құрамында су ұстайтын жарылғыш заттардың қасиеттері.....	89
3.7. Жербетіндегі жарылыстарда қолданылатын оқдәрі және оксиликвиттер.....	90
3.8. Сақтандырғыш жарылғыш заттардың жалпы сипаттамасы.....	92
3.9. Өнеркәсіптік жарылғыш заттардың тиімділігін, сапасын бағалау әдістері.....	94
3.9.1. Жарылыс кезіндегі қуаттың жұмысы мен балансы туралы жалпы ережелер.....	94
3.9.2. Өнеркәсіптік жарылғыш заттарды сынау әдістері.....	96
3.9.3. Жарылғыш заттардың жарылғыштық қасиетін бағалау әдістері.....	97
3.10. Жарылғыш материалдарды қолдануға қойылатын жалпы талаптар.....	103
4. ӨНЕРКӘСІПТІК ЖАРЫЛҒЫШ ЗАТТАРДЫ ҚОЗДЫРУ ЖАБДЫҚТАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ.....	125
4.1. Жарылғыш зат оқтамдарын қоздыру әдістері.....	125
4.2. Оқтамды отпен қоздыратын жабдықтар және қоздыру технологиясы.....	127
4.3. Жарылғыш зат оқтамдарын от және электрлі-от арқылы қоздыру технологиясы.....	129
4.4. Оқтамды электрлі қоздыратын электрдүмпіткіштер және қоздыру технологиясы.....	135
4.5. Электрлі қоздыруға арналған ток беру және бақылау аспаптары.....	137
4.6. Электр желісінің жалғану сұлбалары және оны есептеу.....	138
4.7. Жарылғыш заттарды электрлі қоздыру технологиясы.....	142
4.7.1. Электрлі қоздыру әдісіндегі атылмай қалған оқтамдарды жою жұмыстары.....	144
4.8. Дүмпіткіш пілте көмегімен жарылғыш зат оқтамын қоздыру.....	147
4.8.1. Дүмпіткіш пілтемен жалғанған жарылыс желісінің сұлбалары.....	150
4.9. Жарылғыш зат оқтамын электрсіз қоздыру жүйесі.....	153
5. ЖАРЫЛҒЫШ ОҚТАМДАРЫНЫҢ ЖАРЫЛЫСЫНЫҢ ҚОПАРҒЫШТЫҚ, СЕЙСМИКАЛЫҚ ЖӘНЕ АУАЛЫҚ ӘСЕРЛЕРІ.....	158
5.1. Негізгі түсініктер.....	158

5.2. Оқтамдар жарылысының қопарғыштық процесі.....	159
5.2.1. Бірнеше оқтамдарды бір уақытта аттырған кездегі таужыныстарының қопарылу процесі.....	161
5.2.2. Оқтамдарды қысқа кідіртiп аттырған кездегі таужыныстарының қопарылу процесі.....	162
5.2.2.1. Қысқа кідіріп аттырудың параметрлерін есептеу.....	164
5.2.3. Оқтамдардың қопарғыштық әсерін есептеудің жалпы принциптері.....	166
5.3. Жарылғыш зат оқтамы жарылысының сейсмикалық әсері.....	173
5.4. Қоршаған ортаға жарылыстың ауалы соққы толқынының әсері.....	178
6. ЖЕРАСТЫ ЖАҒДАЙЫНДА ЖАРЫЛЫС ЖҰМЫСТАРЫН ОРЫНДАУ	184
6.1. Жалпы мәліметтер.....	184
6.2. Жерасты жазық тау-кен қазбаларын өту кезіндегі жарылыс жұмыстары.....	185
6.2.1. Жазық қазбаны өту кезіндегі жарылыстың негізгі параметрлерін есептеу.....	188
6.2.1.1. Жарылғыш заттар мен қоздыру құралдарын таңдау.....	189
6.2.1.2. Жарылғыш заттардың шығыны	191
6.2.1.3. Жарылғыш зат оқтамының құрылымы мен массасы.....	193
6.2.1.4. Шпурлардың өлшемдері мен санын анықтау.....	197
6.2.1.5. Шпурларды оқтау әдістері және құралдары.....	201
6.2.2. Қазбаны жиектеп аттырып-қопару.....	210
6.2.3. Жарылыс кезінде оқтамдарды қысқа кідіртiп аттыру.....	213
6.3. Шахта оқпандарын қазу кезіндегі жарылыс жұмыстары.....	214
6.3.1. Жарылғыш заттарды және қоздыру құралдарын таңдау.....	216
6.3.2. Жарылғыш заттардың шығыны.....	217
6.3.3. Оқтамның конструкциясы, шпурлардың саны, тереңдігі және забойда орналасу сұлбасы.....	218
6.4. Пайдалы қазбаларды жерасты әдісімен игеру кезіндегі жарылыс жұмыстары.....	224
6.4.1. Кенді ұңғымалық оқтамдармен қопарып өндіру.....	225
6.4.1.1. Жарылғыш заттардың шығыны мен ұңғымалардың орналасу параметрлерін анықтау.....	228
6.4.2. Кенді шпурлық және камералық оқтамдармен қопарып өндіру	230
6.5. Көмір кенін жерасты өндіру кезіндегі жарылыс жұмыстарын орындау әдістері.....	232
6.5.1. Жерасты қазбаларын көмір шахталарының қауіпті жағдайларында өту кезіндегі жарылыс жұмыстарының ерекшеліктері.....	238
6.6. Жарылыс күшін пайдаланып өлшемі үлкен кесектерді екінші ретгі ұсақтау.....	244

6.7. Жерасты жағдайында жару жұмыстарын қауіпсіз орындау талаптары.....	247
7. АШЫҚ ТАУ-КЕН ӨНДІРІСІНДЕ ОРЫНДАЛАТЫН ЖАРЫЛЫС ЖҰМЫСТАРЫ.....	254
7.1. Ұңғымалық оқтамдар әдісі.....	254
7.2. Карьердегі жаппай жарылыс жұмыстары.....	256
7.3. Ұңғымалық оқтамдарды қысқа кідіртiп аттыру.....	265
7.4. Ұңғымалық оқтамдар атылысының сапасын бақылау.....	269
7.5. Жиектеуші ұңғымаларды аттыру әдістері.....	271
7.6. Ашық тау-кен жұмыстарында шпурлық оқтамдарды қолдану әдісі.....	273
7.7. Қазандық және камералық оқтамдарды қолданып таужыныстарын қопару.....	278
7.8. Карьерлерде ұңғымаларды оқтауға қолданылатын оқтағыш машиналар.....	285
Әдебиеттер тізімі.....	288

Ердұлла Тұрғанбекұлы Сердалиев

ТАУЖЫНЫСТАРЫН БҰРҒЫЛАП-АТТЫРЫП ҚОПАРУ

Оқулық

Басуға **.**.2011 ж. қол қойылды. Формат 60x90^{1/16}. Қағазы офсеттік.
Қаріп түрі «Times». Көлемі **. Таралымы *** дана. Тапсырыс №****.