

Көмір шаңдары және оған қарсы күрес тәсілдері

¹*ҚАМАРОВ Рымғали Құмашұлы, т.ғ.к., профессор, ipk@kstu.kz,

¹ЗЕЙТИНОВА Шолпан Бекжигитовна, PhD, аға оқытушы, zeitinova_rmp@mail.ru,

²ЖАЙСАНБАЕВ Ниязғали Абдығалиұлы, т.ғ.к., профессор, niyazgali_1940@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

²Ө.А. Байқоныров атындағы Жезқазған университеті, Қазақстан, Жезқазған, Алашахан даңғылы, 16,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Қасиеті жағынан салыстырғанда шаңның жүйелері қарастырылған. Шаңның дисперсиялық құрамының өртке қауіптілігіне, жарылысқа ұшыраулығына, ауруға шалдықтыруына, өкпе ауруына (силикоз) әкелуіне байланысты оның дисперсиялық құрамын анықтау бойынша талдау жасалған. Шаң қоспаларының жану және жарылу қасиеттері қарастырылған. Көмір шаңдарының жарылуына себепкер факторлар анықталынған: шаңның химиялық құрамы, шаңның талшықтары (дисперсность), ауаның құрамы, шаңның ылғалдылығы. Тәжірибе жүзінде жанғыш сланец шаңдарының төменгі атылыстық шегі анықталынған. Көмір шаңдарының жарылу ерекшеліктері мен оларға қарсы күресудің негізгі бағдарламасы қарастырылған: шаң және шаң тұманын болдырмау жұмыстары, шаңды тұтандыратын заттарды шектеу үшін жүргізілетін жұмыстар. Қазбаларды күлдеу (осланцевание) мен сланецтау жұмыстарына, сондай-ақ, су тосқаулары жөнінде қысқаша сипаттамалар келтірілген. Күкіртті және сульфидті шаңның атылыстары жөнінде жүргізілген тәжірибелердің көрсеткіштері анықталынған. Шаңмен желдету құралдары арқылы күресудің жолдары және ауаның шаңдылығын өлшеудің тәсілдері сипатталған.

Кілт сөздер: шақты, көмір шаңдары, шаңның ылғалдылығы, қазбаларды сланецтау, тосқауыл, сөре, ауаның шаңдылығы, тұтану, көмір тақталары, шаңдармен күрес тәсілдері.

Кіріспе

Жалпы деректер. Шаң деп өте ұсақ органикалық және минералдардан пайда болған қатты заттардың жиынтығын (немесе қосындыларын) айтады. Қасиеті жағынан шаң қоймалжың (коллоиды) жүйелерге жатады. Осы жүйенің ережелерін алға ұстай отырып, егер бір зат бөлшектеніп және екінші үздіксіз бір заттың құрылым ішінде ірілі-ұсақты бөлшектермен бөлінсе, ондай жүйе дисперлі деп аталады.

Бөлшектенген зат осы жүйенің-дисперсиялық фазасы, ал үздіксіз құрылымы бар зат – дисперсиялық орта деп аталады.

Егер осы анықтаманы (тұжырымды) шаңның тұрғысынан қарасақ, онда шаңдар жүйенің дисперсиялық фазасы, ал ауа жүйенің (оның ағымындағы шаңдар) дисперсиялық ортасы болып шығады. Дисперсиялық жүйе, егер дисперсиялық фаза өлшемдері 10-5-10-7 см бөлшектерден құралса, онда ол күл деп аталады. Егер дисперсиялық орта ауа болса, онда бұл дисперсиялық жүйе аэрозоль деп аталады. Шаң, тұман және түгін аэрозольға жатады. Мөлшері 10-3 см дәрежесінен үлкен бөлшектер ауадан ажыратылады. Ашық беттерге (қабырғаға, төбеге, табанға, кентіректер бетіне) отырып қалған шаңдарды аэрогель деп атайды.

Өзінің ірілі-ұсақты бөлшектеріне байланысты шаңдар төмендегідей жіктеледі:

- макроскопиялы шаң, диаметрі $d > 10 \mu\text{м}$;
- микроскопиялы шаң, диаметрі $d = 10 - 0,25 \mu\text{м}$;
- ультрамикроскопиялы шаң, диаметрі $d = 0,25 - 0,001 \mu\text{м}$;
- субмикроскопиялы шаң, диаметрі $d < 0,001 \mu\text{м}$.

Соңғы екі шаңның түрі газдың орталық молекулаларымен үнемі тұрақты қақтығыста болғандықтан олар броундық қозғалыста болып іс жүзінде, ауада қалықтап, отырмайды. Шаңның кейбір қасиеттерін бағалауда (өрт қаупі, жарылысқа ұшырауы, ауруға шалдықтыруы, өкпе ауруы (силикоз) оның дисперлі құрамы маңызды орын алады. Өндірістерден бөлініп шығатын шаңдардың бөлшектерінің мөлшері көп аралықты қамтиды. Шаң ағымындағы олардың ірілі-ұсақты мөлшерде болатын бөлшектерінің құрамын әрбір деректі қажет етсе, онда нақты дисперсиялық талдау жасап анықтап отыру керек. Тәжірибе жүзінде алынған эмпириялық теңдеулерді барлық жағдайда пайдалана беруге болмайды, себебі, олар әрбір өлшем жүргізілген нақты бір ғана жағдай үшін анықталған. Көптеген туындыгерлердің шаңның бөлшектерінің ірілік құрамы жағынан бөлінуін анықтауға негізделген теңдеулері бар. Ғылыми зерттеу жүргізгенде олардың маңызы зор. Бір жүйеде топталған үдірістер бөліп шығаратын

шаң мөлшерінің ірілігін анықтауға болады.

Шаң қоспаларының жану және жарылу қасиеттері. Ауада, жерге қонбай қалықтап ұшып жүрген шаңдар жану, жарылу және апатқа ұшыратындай аса қауіпті. Алдағы уақытта, тек қана аэрозоль жағдайдағы шаңдарды ескеретін боламыз. Газ бен қатты заттың арасындағы химиялық реакция қатты заттың бетінде (үстіңгі жағында) өтеді. Бұндай химиялық реакцияның жылдамдығы реакцияға қатысты заттардың беттерінің түйісуіне байланысты. Түзу бойынша реакцияның тарау жылдамдығына байланысты жылдамдығы 10 м/с шамасында жану деп, жарық-жылдамдығынан аспайтын аралықта ($U_* \leq 300$ м/с) дефлаграция (тұтану) және жарылыс ($U \geq 300$ м/с) болып бөлінеді.

Шаңның тұтануы үшін екі жағдай қажет:

- оттегінің жеткілікті мөлшерде болуы және көмір талшықтарын (күлдерін) белгілі бір қызуға дейін қыздыру.

Жанатын заттың газдық фазасын (сипатын) және қышқылдануын ескере отырып жанудың үш түрін айырады:

- газтекес жанатын заттардың жану немесе ұқсастық жануы (газ-газ жүйесі);
- қатты және жанатын сұйық заттардың жануы немесе әртүрлі заттардың жануы (қатты дене немесе газ, немесе сұйық және газ жүйелері);
- жарылғыш заттардың жануы (конденсациялық жүйе).

Ауа-метан қоспасының тұтану қызуы 650-750°C, ал көмір шаңынікі – 700-800°C. Ғылыми зерттеу жұмыстарының арқасында төмендегідей жағдай анықталады:

- шаң ауа қоспасында метан тіптен болмағанын өзінде жарылуы мүмкін, ал аз мөлшердегі жарылған метанды жарылыс күшінің ең үлкен деңгейде болуына себепкер бола алады;
- ауадағы өте ұсақ және құрғақ көмір шаңдары метан-ауа қоспасының төменгі шектелген жарылыстығын азайтады (қоспа метан мөлшері 5%-дан кем болса жарылатынын еске түсіріңіздер);
- егер жарылыс кезінде көмір шаңдары да қатысса, онда жарылыс заттарында өте көп мөлшерде көміртегі қышқылдары болатындықтан адамдардың өліміне себепкер де болады [1].

Егер көмір шаңдары жарылса, онда өте көп мөлшерде көміртегі қышқылы пайда болады, ал метан жарылса – көбіне (көп мөлшерде) көмір қышқылды газ (CO_2) пайда болады.

Аттыру жұмыстарын жүргізгенде шаңның жарылуын болдыртпау үшін судан тосқауылдар (водяные завесы) пайдаланылады. Полиэтиленді қапшықтарға (көлемі 20-25 л және 40-50 л су сиятын) құйылып ілініп қойылған суларды арнайы аттырғыш заттарды жару арқылы шашыратады, себкілейді. Қапшықтарды қазбаның төбесіне іліп қояды, ал АЗ қазба табанына орналастырады. Жару үшін СП-1 оқтамасын немесе Э-6 угленилін қолданады.

Көмір шаңдарының жарылуына себепкер

факторлар

Шаңның химиялық құрамы. Көмір шаңының жарылуына бейім тұратын ең негізгі факторының бірі ол ұшқыш заттардың болуы. Осы ұшқыш заттардың негізгі құралдары (компоненттері), көмір шаңын жарылуға итермелейтін (аппараты) – смолалы заттар, сутегі, этан және иіссіз сутектікөміртегі болып саналады. Көмір шаңының жарылыс дәрежесі жарылу нүктесіндегі (оралымында) қысыммен сипатталады. Неғұрлым ұшқыш заттар шығуы өскен сайын жарылыс нүктесіндегі қысым өсе түседі. Көмір тақталары, егер онда ұшқыш заттардың мөлшері 15%-дан көп болса, шаңның тұрғысынан жарылуға қауіпті деп саналады.

Ұшқыш заттар мөлшері (ҰЗМ) 15%-дан кем болса әлсіз жарылатын көмір шаңдары және ҰЗМ 15%-дан көп болса күшті жарылыс беретін көмір шаңдары болып екі топқа бөлінеді.

Шаңның талшықтары (дисперстность). Шаңның ірілі-ұсақты ұнтақтары (талшықтары) оның атылуына көп әсер ететін фактордың бірі. Көмір шаңының ұнтақталуы өскен сайын оның атылыстық дәрежесі де ұлғая түседі. Егер шаң талшықтарының бөлшектерінің мөлшері немесе диаметрі $d < 10$ мкм төмен болса кейбір жағдайларда атылыстық күші өзінің ең жоғары деңгейіне жетеді.

Ауа құрамы. Шаңның жарылысына ауаның құрамы өте көп әсер етеді. Мысалы, кеніш ауасында метан газы болса, көмір шаңының аз мөлшерінің өзінде атылыс болуы мүмкін. Мысалы, күшті атылыс беретін көмір шаңының төменгі шектелген атылыстығы 11-15 г/см³ аралығында екенін білеміз, ал кеніш ауасында метан мөлшері 2,5% болса да оның атылыстық шегі 3-5 г/м³ шамасына дейін төмендейді.

Әлсіз атылыс беретін шаңдар үшін төменгі шектелген атылыстағы 50 г/м³ болса, ал күшті атылыстық беретін шаңдар үшін ол көрсеткіш 300-400 г/м³ аралығында.

Кестеде көмір шаңдарының төменгі шектелген жиынтығы (ТШЖ) келтірілген.

Атылыстық шаңын аттырылмайтын жағдайға келтіру үшін, егер ондағы метанның мөлшері 1% болса да, қажетті күлдің қосымша шамасын (%) мына теңдеу арқылы анықтауға болады:

$$\Delta N = (100 - N) / 5, \%, \quad (1)$$

мұндағы N – егер метан болғанда шаңның атылыстық қасиетін жоятын күлдің мөлшері, %;

5 – метанның төменгі шектелген шегі, егер оның (CH_4) жиынтығы 5% болса да.

Шаңның ылғалдылығы. Шаңның атылыстығын бағалауға бұл фактордың мәні өте зор. Ылғал әрқашан тежегіштік (инертті) қоспа ретінде әсер етеді. Судың жылуsыйымдылығы инертті шаңның жылуsыйымдылығынан көп және булану үдірісі болатындықтан, инертті шаңнан гөрі су жылуды 5 есе көп шамасында сіңіріп алады. Судың шаңның атылыстық қасиетіне әсері екі тұрғыдан қарастырылады. Біріншісі – өте ұсақ шаңның

Көмір шаңдарының төменгі шектелген жиынтығы (ТШЖ)						
Талшық мөлшері, %		Көмір шаңдарының ТШЖ (%) егер метан жиынтығы болса, %				
Жанбайтын	Жанатын	0	0,5	0,75	1,0	2,0
6,2	41,2	11	8	6	5	3
10,7	37,1	11	8	7	6	3
6,8	32,2	13	9	7	7	3
9,1	15,6	32	23	18	16	8
6,5	11,5	39	31	25	20	10
52	8,5	198	148	123	100	40
4,1	26	15	14	11	9	5
25,0	23,6	32	25	22	18	8

талшықтарын іріленуіне біріктіру, қосылу, байлау және т.б. септігі бар, екіншіден – шаңның меншікті ашық беттері азая түседі (бірнеше шаң талшығы үлкен ірі шаңға айналады) осының салдарынан жазық беттерде жүретін химиялық реакциялар баяулайды. Сондықтан, кейбір жағдайларда аттырыс (жарылыс) болмай қалады. Үшіншіден – жылу тепе-теңдігінің (баланс) азаюы болады. Ал, енді осы жарылысты болдырмау үшін тұтандырғыштың жарылыс қызуын 600°C-қа дейін төмендету керек. Аэрозольды шаңның жарылуы (атылғыштығы) тұтандырғыштың қызуының қуатына және онымен шаңның қатынаста болатын ұзақтығына байланысты. Бұндай да ылғалдылық мөлшері болса да кеніш ауасында қалықтап ұшып жүрген шаң өте қызуы қуатты тұтандырғыш әсер етсе, шаңның жарылуы мүмкін. Сондықтан ылғалдылықтың жарылыстан қорғау әсері – қонған шаңдарды байлап, оларды қайтадан ауа ағымында ұшпауын болдырмау үшін ғана бағытталған. Күлдің құрамы қоршалған жыныстардың құрамына байланысты. Негізінде жанбайтын жарылысқа қатынаспайтын күлдер шаңның атылыстығына кері тежегіштік әсер етеді.

Жанғыш сланец шаңдарының атылыстығы. Бұл шаңдар да көмір шаңдары секілді газдық фазада (жағдайда) жарылады. Қызудың салдарынан сланецтер іріп (шіриді) одан күкіртті газ, сутегі, көміртегі қышқылы, иіссіз көміртегі және т.б. бөлініп шығады. Жанғыш сланец шаңының төменгі атылыстық шегі (ТАШ) тәжірибе арқылы алынған мына өрнекпен анықталады:

$$\delta_{\text{мл}} = \delta_{\text{к}} + \delta_{\text{к}}^{0,252} (W^3 + W \delta_{\text{к}}) 0,04, \quad (2)$$

мұндағы $\delta_{\text{мл}}$ және $\delta_{\text{к}}$ – ылғалданған және құрғақ шаңның әрқайсысына тиесілі төменгі атылыстық шегі, г/м³;

W – шаңның ылғалдылығы, %.

Жанғыш сланецтің құрғақ шаңының төменгі атылыстық шегі 6-400 г/м³ аралығында және ол көрсеткіш ұшқыр заттардың бөлініп шығуына байланысты. Әрине, ауада қалқып жүрген шаңмен салыстырғанда отырылған шаңның төменгі аттырыстық шегі көп есе жоғары. Мысалы, қазба

қабырғаларына отырылған (жабысқан) шаңның ылғалдылығы 20% шамасында болса, онда ол шаң қайтадан қалқып ауаға қосылу қабілетін жояды және аттырысқа жарамайды.

Шақтыдағы көмір шаңдарының жарылу ерекшеліктері

Көміршаңының атылысының біршама өзіндік ерекшеліктері бар.

Жалын шебінің таралу жылдамдығы және газ-текстес заттардың қозғалуына байланысты төмендегідей жіктейміз:

- шаңның баяу (тұтануы) түрде тұрақты жануы, бұл шаң мен ауа қосылысында оттегінің жетіспеуі салдарынан;

- ұшқын немесе тұтану (қысым $\leq 15 \cdot 10^{-3}$ мПа және жану жылдамдығы 4-10 м/с);

- атылыс (егер жану жылдамдығы > 100 м/с);

- оталдыру (детонация), егер жалын шебінің таралу жылдамдығы 1000 м/с шамасында болса.

Шақтыда 1000 м/с атылыстың түрі болуына жағдай жоқ. Сондықтан, шақтылардағы көмір шаңының атылысы дефлаграция (тұтану, қызу, жарылыс жалғасы және т.б.) деп аталады. Егер көмір шаңы атылса, оның жалынының алдында қазба бойымен, жарық жылдамдығына тең қысымы 22 мПа жоғары сығылған ауа қозғалады, ал ауаның өзі 30 м/с жылдамдықпен жүріп отырады. Аттырыс толқыны қазба қабырғаларында отырған шаңдарды қайыра көтереді, осының салдарынан бүкіл қазба бойында жалынмен сығылған толқын аралығында атылысқа лайықты шаң мен ауа қоспасы пайда болып, жалынның әрі қарай дамуына әкеліп соғады. Бұл қауіпті. Егер атылыс жолында қазбада әртүрлі кедергілер (иіліс, тұйық қазба, көлденең қиманың күрт азаюы және т.б.) болса, онда атылыстың таралу жылдамдығы баяулайды. Ал, қазба ауданы жалын алдында үлкейіп кездессе, онда атылыстың қарқыны (интенсивность) өсе түседі. Жалын шақтыдағы көмір шаңының атылысы мына тізбек құбылысы бойынша болады: біріншіден – шаңды жалын алдында қалықтау шамасына келтіру; екіншіден – шаңның тұтануы; үшіншіден – шаңның жанған қабатынан келесі бір қабатқа жылу беру. Атылыс кезінде

көмір шаңының тұтануы және жануы шаң-ауа қоспаларының қызуына және ондағы оттегінің мөлшерінің болуына тікелей байланысты. Негізінде атылыс кезінде шаңның тек қана өте майда талшықтары жанады, ал ірі шаң талшықтары оттегі түгел біткеннен кейін жануы баяу (тление) өрбиді. Көмір шаңының атылысын былай пайымдауға болады. Тұтандырғыш заттың жылу беру әсерінен шаңдар қыза түседі де олардан бөлшек-тенген (пиролиз) органикалық заттар бөлінеді де, шаңдардың айналасында газтекес қабыршықтар пайда болады. Енді осы қабыршықтардағы газдар қосылымы (концентрация) атылыс қаупінің шегіне жеткен мезетте (момент) белгілі бір қызу жағдайына сай көлемде шаң тұтанады, демек жанады.

Кез келген атылыста соққының екі түрі болады: біріншісі – ауаның кеңею салдарынан тура соққы; екіншісі – қайтара соққы (аттырыс заттарының сығылуы әсерінен, олардың қызуының кемуінен).

Шақтыдағы көмір шаңдарының атылысына қарсы күресудің негізгі бағдарламасы

I. Шаң және шаң тұманын болдырмау бағдарламасы:

- көмір өндіретін өте аз шаң болдыратын машиналарды пайдалану;
- көмір тақталарын алдын-ала ылғалдау;
- отырған шаңды және шаң пайда болатын орындарды сулау;
- қазбаларды тиімді желдету;
- тасымалдау және желдеткіш қазбаларын белгілі бір кезеңде шаңнан тазарту;
- скипті көтергішті ауа шығарылатын оқпанында орналастыру;
- сұрыптайтын және байыту фабрикаларын сырттағы шаң қайыра шақтыға түспеуі үшін, оларды желдің бағытын ескере отырып орналастыру.

II. Шаңды тұтандыратын заттарды шектеу үшін жүргізілетін бағдарлама:

- сақтандырғыш аттырығыш заттарын (АЗ) пайдалану;
- электрлі аттырыс жүргізу;
- аттырыс қаупі жоқ тоқ жабдықтарын пайдалану;
- шақтыда жарық беретін қауіпсіз шамдарды қолдану;
- шылым шегу мен ашық оттарды пайдалануға тыйым салу;
- тоқпен дәнекерлеу (сварка) жұмыстарын жүргізбеу;
- шаңның атылысын басу және оны шектеу үшін қазбаларды күлмен (осланцевание) жабдықтау, су және күл кедергілерін жасау. Бұл бағдарламаға тоқтап өтелік.

Қазбаны күлдеу (осланцевание) дегеніміз – жасанды түрде қазба қабырғаларындағы отырып қалған шаңдардың күлділігін табиғи түрде өсіру, ол үшін шаңға тежегіштік қасиеті бар стандартты қосымша шаң қосу.

Қазбаларды сланцтауда қазбалардағы оты-

рып (тұрып) қалған шаңдардың жасанды әдіспен олардың күлдік мөлшерін өсіру, ол үшін стандартты инертті шаңдарды табиғи шаңдарға қосу. Инертті шаңға қойылатын талап:

- ол дымқылданбау (слеживаться) керек;
- ылғалды жұтпауы қажет;
- бос кремний қышқылының мөлшері 10%-дан кем болуы керек;
- ұшқыш заттардың мөлшері 5%-дан кем немесе сол шамалас болуы керек.

Көбіне шақтыларда инертті шаңды әк және сазды сланцтан жасалған инертті шаңдар пайдаланылады.

Қазбаларды сланцтау мөлшері 50-80%-ға дейін барады. Әрине ол белгіленген рұхсат мөлшеріне сәйкес келуі дұрыс болады. Ол үшін көмір және инертті шаң қоспаларындағы жанбайтын заттардың мөлшері нақты ескерілуі қажет. Егер қазбаны инертті шаңмен толық түрде жабатын болсақ, онда инертті шаңның мөлшері 1 м³ қазбаға 1 кг кем болмау керек. Қазбаны сланцтау қондырғы арқылы және қол күшімен де жүргізіледі. Қазбаларда күл өте күшті қарқынмен қабырғаларға отырып қала беретін болса, онда қазбаларды қайырадан белгілі бір мерзімде инертті шаңмен (сланец) шаңдап отыру керек.

Сланцты кедергі – қазба ұзындығына көлденең қойылған бірнеше қабаттардан тұратын сөрелер (полки). Оларды қазба төбесіне жақынырақ орналастырып, үстіне инертті шаң салады (суретті қараңыз).

Жанартасты (сланец) тосқауыл негізгі және қосымша, тұрақты және жылжымалы болып бөлінеді. Бірегей қауіпсіздік ережесі бойынша жанартасты тосқауылға қажет инертті шаңның мөлшері тосқауыл қойылған жердегі қазбаның 1 м² көлденең қимасына 400 кг шамасында болуы керек. Сонда инертті шаңның тосқауылдағы салмағы тең болады.

$$G = 400 S, \text{ кг}, \quad (3)$$

мұндағы S – бекітілген қазбаның көлденең қимасының ауданы, м².

Ал бір сөреге салынатын инертті шаңның салмағы (q , кг) мына теңдеумен анықталады:

$$q = 0,83 \cdot 10^{-6} \cdot d^2(3l - d) \rho \cdot \text{tg} \alpha_{\text{ыл}}, \text{ кг}, \quad (4)$$

мұндағы d – сөренің ені, мм;

l – сөренің ұзындығы, мм;

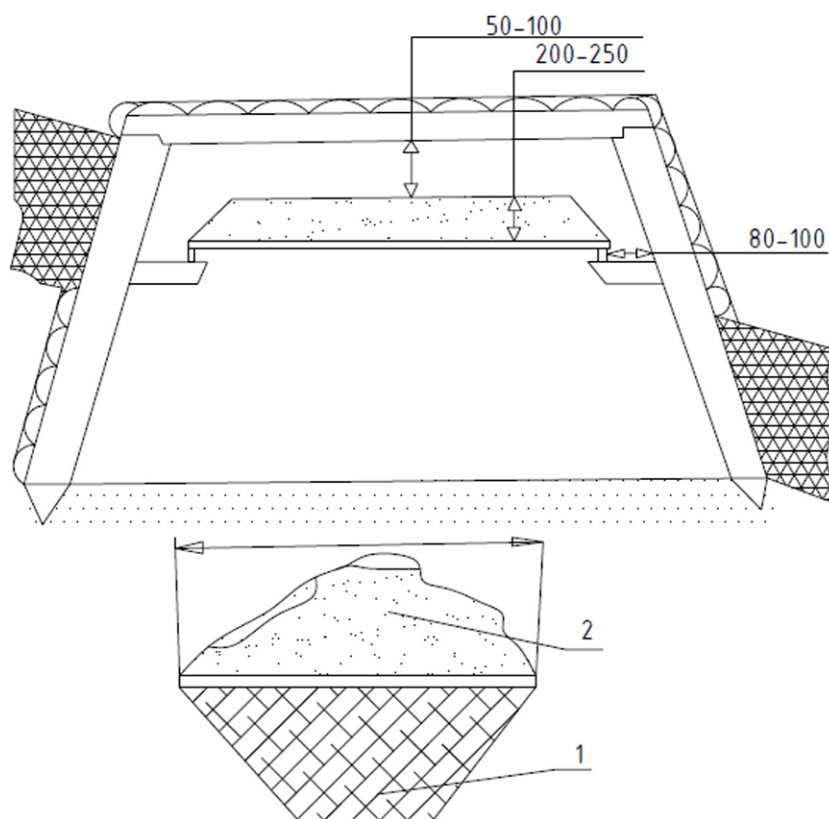
ρ – инертті шаңның тығыздығы, кг/м³;

$\alpha_{\text{ыл}}$ – табиғи ылди бұрышы (ИШ үшін $\alpha_{\text{ыл}} = 35^\circ$).

Барлық қажетті инертті шаңды (ИШ) орналастыруға керек сөре саны

$$\eta_{\text{сөре}} = G / q, \text{ сан}. \quad (5)$$

Инертті тосқауылды пайдалану – оны қыздыруға кететін жылу энергиясының суытылу қасиетіне негізделген. БҚЕ бойынша жанартасты тосқауылды қазбалардың түзу (тазалау немесе тұрақты) жерлеріне орналастырылады, әрі тосқауылдың ұзындығы 20 метрден кем болмау керек.



1 – сөре; 2 – шаң
Инертті шаң кедергісінің сызбасы

Су тосқауылдары. Сыйымдылығы 80 м^3 -тең немесе одан көбірек болатын ыдыстарды суға толтырады. Оның пішіні қазба пішініне керісінше болады. Әрбір осындай ыдыстың бір-бірінен арақашықтығы 250 м шамасында және қазбаның ұзына бойына қойылады. Әрбір қойылған тосқауылдағы судың салмағы 1 м^2 қазбаның көлденең қимасына 400 литрден кем болмауы керек. Тосқауылдың жалпы ұзындығы 20 метрге тең немесе одан төмен болады, ал әрбір ыдыстың бір-бірінен арақашықтығы $0,5$ метрден кем болмауы керек. Төбеден ыдыстың ең жоғарғы кемерінің арақашықтығы $100-400 \text{ мм}$, ал бекітпе мен бүйір бетінің арақашықтығы – 150 мм . Әрине, белгілі бір мерзімде ыдыстағы суды алғашқы есептелген мөлшерде ұстап тұру үшін суды еселеп құйып отыру керек.

Күкіртті және сульфидті шаңдардың атылыстары. Метан және күкіртті кендерді қазып алуда сульфидті шаңның атылысы қауіпті жағдайға соқтырады, себебі бұнда өте көп мөлшерде күкіртті газдар пайда болады. Сульфидті шаңдар атылысы көп мөлшерде пирит ($50-90\%$) жыныстарынан құралатын колчеданды кендерге лайықталған. Аттырыс жұмыстары кезінде газдалған заттар сульфидті шаңның тұтануына басты себепкер. Сульфидті шаңның атылысы ондағы күкірт мөлшеріне, оның ұсақ бөлшектеріне, ылғалдылығы және күрделілігіне тікелей байланысты. Тәжірибе арқылы, егер күкірт мөлшері

30% -дан көп болса – сульфидті шаң атылады. Ал, енді шақтылардағы атылыстарды талдағанда, егер сульфидті шаңның құрамында күкірт мөлшері 40% және одан көп болса, атылыс бола береді екен. Сондықтан, осы жағдайға сәйкес болатын, сульфидті кендерді қазып алатын шақтыларда, кеніштерде егер күкірт мөлшері 35% -дан көп болса, онда олар атылыс қаупі бар категорияға жатады. Негізгі өзінің құрамында $10-100 \text{ мкм}$ фракциясы бар сульфидті шаңдар өте қауіпті. Ал шаң түйіршігі 250 мкм үлкен шаңдар атылыс бермейді. Неғұрлым шаң ылғалды болса сульфидті шаң атыла қоймайды. Күкіртті шаң көмір мен сульфидті шаңға қарағанда, көп қауіптірек, себебі, оның тұтану қызуы және ең төменгі шектелген жиынтығы, көмір мен сульфидті шаңға қарағанда, көп төмен.

Күкіртті шаңның төменгі атылыс шегі $5-15 \text{ г/м}^3$, ал жоғары атылыс шегі – $600-1000 \text{ г/м}^3$. Күкірт шаңынан атылыс қаупі бар шақтылар екі топқа бөлінеді: I топ – $12-18\%$, II – топ 18% -дан көп болса (ескерту: күкірт мөлшері есепке алынған).

Сульфидті және күкіртті шаңдармен күресу режимі бірдей. Ол үшін:

- сумен бұрғылау және суландыру;
- ашық от пайдаланбау;
- қауіпсіз АЗ-ды пайдалану;
- қабырғаларда отырып қалған шаңдарды жуу немесе тазалап жинап алу;
- әрбір аттырыс жұмыстарына бас инженердің

бекіткен құжатымен ғана жұмыс жасау.

Шаңмен желдету құралдары арқылы күресу. Желмен шаңсыздандыру негізінен шаңның қоспасын (жиынтығын) азайтуға бағытталған, ол шаңды сыртқа шығару және отырған шаңды жел күшімен ұшырып жіберу. Ауаның шаңдылығы немесе тозаңдылығы ауа қозғалысының жылдамдығы белгілі бір межеге өскен сайын кеми түседі, ал осы межеден жылдамдық өскен сайын шаң-тозаң мөлшері де арта түседі, оның себебі орныққан шаңдар көтеріледі және шаңның күш салмағы әсерінен отыру (седиментация) үдірісі баяулай түседі. Ауа қозғалысының тиімді қозғалысы, тозаңға тікелей әсерін тигізетін, өте көп факторларға (жағдайға) тәуелді (алғашқы шаң бөлінуі, ылғалдылық, орнығатын беттер және т.б.). Осы бағытта Донбасс, Қарағанды, Кузбасс, Челябинск, Львов-Волынск көмір кеніштерінде желдету-ді шаңмен күресудің негізгі жолы деп есептеп зерттеу жұмыстары жүргізілген. Мысалы, егер жел ағымының жылдамдығы 0,4-0,6 м/секундтен 1,6-2,1 м/секундқа дейінгі аралықта шаңдылық азайған, ал жел ағымының жылдамдығы 1,8-2,5 м/секундтан 4-5 м/секундқа дейінгі аралықта ауа шаңдылығы қайыра өскен, себебі отыру үдірісі баяулаған және бұрынғы отырып орныққан шаң қайыра көтерілген.

Тәжірибе жүргізу арқылы мынаны аңғардық. Егерде шыңтасқа алдын-ала су айдап, көмірдің ылғалдылығын көбейтсек, онда ауаның шаңдылығы азая түседі. Түсінікті жағдай, кеніш ауасында шаң мөлшері аз болады және ылғалданған шаңның ауыр түйіршіктері қайыра көтерілмейді. Ауа қозғалысының жылдамдығы даярлау кенжа-

рында 0,4-0,6 м/с аралығында болса, шаңдану аз немесе бір қалыпта [2].

Қорытынды

Шаңдар жүйенің дисперсиялық фазасы, ал ауа жүйенің дисперсиялық ортасы болып табылады. Шаңның кейбір қасиеттерін бағалауда (өрт қаупі, жарылысқа ұшырауы, ауруға шалдықтыруы, өкпе ауруы (силикоз) оның дисперлі құрамы маңызды орын алады. Өндірістерден бөлініп шығатын шаңдардың бөлшектерінің мөлшері көп аралықты қамтиды. Ауада, жерге қонбай қалықтап ұшып жүрген шаңдар жану, жарылу және апатқа ұшыратындай аса қауіпті. Егер көмір шаңдары жарылса, онда өте көп мөлшерде көміртегі қышқылы пайда болады, ал метан жарылса – көбіне көмір қышқылды газ (CO_2) пайда болады. Аттыру жұмыстарын жүргізгенде шаңның жарылуын болдыртпау үшін судан тосқауылдар пайдаланылады. Шаңның ірілі-ұсақты ұнтақтары (талшықтары) оның атылуына көп әсер ететін фактордың бірі. Көмір шаңының ұнтақталуы өскен сайын оның атылыстық дәрежесі де ұлғая түседі. Шаңның жарылысына ауаның құрамы өте көп әсер етеді. Мысалы, кеніш ауасында метан газы болса, көмір шаңының аз мөлшерінің өзінде атылыс болуы мүмкін. Қазбаларда күл өте күшті қарқынмен қабырғаларға отырып қала беретін болса, онда қазбаларды қайырадан белгілі бір мерзімде инертті шаңмен (сланец) шаңдап отыру қажеттілігі туады. Шыңтасқа алдын-ала суды айдап, көмірдің ылғалдылығын көбейтсе, онда ауаның шаңдылығы азая түседі.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Көмір саласының кешенді дамуын қамтамасыз етуде газсыздандыру жұмыстарын зерттеу және жетілдіру жолдары: Монография / Р.Қ. Қамаров, Н.А. Жайсанбаев. – Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті. – Қарағанды: ҚарМТУ баспасы, 2016. – 167 б.
2. Тау-кен кәсіпорындары ауатанымының негіздері: Монография / Р.Қ. Қамаров, Н.А. Жайсанбаев. – Қарағанды: ҚарМТУ баспасы, 2019. – 191 б.

Угольная пыль и способы борьбы с ней

¹*КАМАРОВ Рымгали Кумашевич, к.т.н., профессор, ipk@kstu.kz,

¹ЗЕЙТИНОВА Шолпан Бекжигитовна, PhD, старший преподаватель, zeitinova_rmpi@mail.ru,

²ЖАЙСАНБАЕВ Ниязгали Абдыгалиевич, к.т.н., профессор, niyazgali_1940@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

²Жезказганский университет имени О.А. Байконурова, Казахстан, Жезказган, пр. Алашахана, 16,

*автор-корреспондент.

Аннотация. С точки зрения свойств пыли рассматриваются пылевые системы. В связи с риском возникновения пожара, взрыва, заболеваний легких силикозом проведен анализ по определению дисперсионного состава угольной пыли. В статье рассматриваются свойства горения и взрыва пылевых смесей. Выявлены факторы, способствующие взрыву угольной пыли: химический состав пыли, пылевые волокна (дисперсность), состав воздуха, влажность пыли. На практике был установлен нижний предел взрывчатости горючей сланцевой

пыли. Рассмотрены особенности взрыва угольной пыли и программы по борьбе с ними: работа по предотвращению образования пыли и тумана, работа по ограничению пыли легковоспламеняющихся веществ. Дано краткое описание по осланцеванию выработок и сланцевых работах, а также водных преград. Определены результаты экспериментов о взрываемости серной и сульфидной пыли. Описаны способы борьбы с пылью с помощью вентиляции и методы измерения пыли в воздухе.

Ключевые слова: шахта, угольная пыль, влажность пыли, осланцевание выработок, сланцевый заслон, полук, запыленность воздуха, возгорание пыли, угольные пласты, способы борьбы с пылью.

Coal Dust and Ways to Deal with It

¹*KAMAROV Rymgali, Cand. of Tech. Sci., Professor, ipk@kstu.kz,

¹ZEITINOVA Sholpan, PhD, Senior Lecturer, zeitinova_rmpi@mail.ru,

²ZHAISANBAEV Niyazgali, Cand. of Tech. Sci., Professor, niyazgali_1940@mail.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

²Zhezkazgan Baikonurov University, Kazakhstan, Zhezkazgan, Alashakhan Avenue, 1b,

*corresponding author.

Abstract. Dust systems are considered from the point of view of dust properties. Due to the risk of fire, explosion, and lung diseases with silicosis, an analysis was performed to determine the dispersion composition of coal dust. Discusses the properties of Gorenje and explosion of dust mixtures. Factors contributing to the explosion of coal dust were identified: the chemical composition of the dust, dust fibers (dispersion), air composition, and dust humidity. In practice, a lower explosive limit for oil shale dust was set. Discusses the features of the explosion of coal dust and the programs to combat them: work to prevent the formation of dust and fog, work to limit the dust of flammable substances. A brief description of the shale workings and shale works, as well as water barriers is given. The results of experiments on the explosiveness of sulfur and sulfide dust are determined. Described ways to control dust using ventilation and methods of measuring dust in the air.

Keywords: mine, coal dust, dust humidity, shale workings, shale barrier, shelves, dustiness of the air, dust ignition, coal seams, methods of dust control.

REFERENCES

1. Kómir salasynyń keshendi damýyn qamtamasyz etýde gazsyzdandyryń jumystaryn zertteý jáne jetildirý joldary: Monografiya / R.Q. Qamarov, N.A. Jaisanbaev. – Qaraǵandy memlekettik tehnikalyq ýniversiteti. – Qaraǵandy: QarMTÝ baspasy, 2016. – 167 p.
2. Taý-ken kásiporyndary aýatanymynyń negizderi: Monografiya / R.Q. Qamarov, N.A. Jaisanbaev. – Qaraǵandy: QarMTÝ baspasy, 2019. – 191 p.