

АННОТАЦИЯ

6D073400 – «Жарылғыш заттар мен пиротехникалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығының PhD докторанты

Абдракова Федосья Юрьевна

«Төтенше жарылыс кезінде соққы толқындарын сіңіруге арналған композицияларды әзірлеу» тақырыбындағы диссертациялық жұмысы

Диссертация аммоний хлориді мен көмірқышқыл газы, натрий сульфаты кристаллогидраты, магний мен алюминийдің жанғыш компоненттері бар натрий және калий нитраттары жүйелеріне негізделген жаңа жалынды кетіретін қосылыстарды әзірлеуге және зерттеуге арналған, сонымен қатар әртүрлі морфологиялар мен шығу табиғаты бойынша белсендірілген көміртегі түріндегі газ түзетін агенттердің қоспалары ретінде қолданылады.

Газ-физингтік қоспалары бар энергияны көп қажет ететін жүйелердің жану процестерінің есептік көрсеткіштері анықталады. Жанғыш нанокөміртекті қоспалары бар газ түзетін жалын сөндіргіш патрондардың жану процестеріне тәжірибелік зерттеулер жүргізілді.

Метан-ауа қоспасының тұтануына жол бермеу шартын алу үшін жарылыс өнімдерінің көлемі бірлігіне келетін энергияның параметрлері анықталды. Ыдырау кезінде детонацияның төмен жылдамдығы бар тиімді жалын сөндіргіштердің құрамы оңтайландырылған.

Жарылыстың жылулық сипаттамаларының критикалық мәндері жарылыс өнімдерінің қоршаған ортамен (жарылғыш заттар, зарядтар) өзара әрекеттесуінен (соққы-ауа толқындары) және шахта ортасының тұтануын тудыратын зарядтардың жарылу жағдайларынан анықталады. Метан-ауа ортасындағы дыбыстан тыс жану камерасында жалын сөндіргіш ортада қауіпсіз жарылғыш заттардың сызықтық жану жылдамдығы зерттелді.

Бірінші тарау тау-кен қазбаларының шахта атмосферасында жерасты газы мен шаң жарылыстарының пайда болу жағдайларын, кеніш газдарының газ және шаң жарылыстарының жарылу механизмдерін, көмір шаңының жарылғыштығы мен тұтанғыштығын қарастыратын әдеби шолуға арналған. Пассивті тосқауылдармен жарылысты болдырмау және жанғыш шахта орталарында сақтандырғыш жарылғыш заттарды пайдалану жүйелері бойынша талдау жүргізілді. Ресейде, Украинада және Қытайда жүргізілген ұқсас жұмыстарға талдау жасалды, онда жарылыстарды автоматты түрде жою және оқшаулау жүйелері қолданылады.

Мәселелерді қою және зерттеу әдістері Қазақстан Республикасының көмір кеніштеріндегі жерасты қазбаларын метан және көмір шаңының жарылуынан қорғау қажеттілігімен анықталады. Газ бен көмір шаңының мұндай жарылыстары ең ауыр әлеуметтік және экономикалық апаттардың қатарына жатады. Көбінесе олар топтық жазатайым оқиғалармен бірге жүреді, кейбір жағдайларда олар жүздеген адамның өмірін қияды.

Екінші тарауда зерттеу әдістемелері, соның ішінде есептеулер үшін Terra бағдарламаларын қолдану, сонымен қатар физика-химиялық және техникалық зерттеу әдістері, температураларды, қысымдар мен жылдамдықтарды анықтау әдістері ұсынылған.

Үшінші тарауда газ түзетін компоненттері бар энергияны көп қажет ететін композициялардың зерттеулері берілген. Энергияны көп қажет ететін құрамдағы $C_3H_6N_6$, $(C_2H_4O)_x$, $(NH_2)_2C=N-C=N$ мөлшерінің жоғарылауымен $NH_4NO_3/Mg/C$: 65/20/15 компоненттерінің қатынасында жану температурасы T 2924 К дейін көтерілетіні анықталды. Жарылғыш түрлендіру жылуы газ түзуші құрамдастардың ұлғаюымен $Q_{exp} = 314,43$ Дж/кгК жетеді. Зерттеу нәтижесінде нанокөміртек (300 нм) және nanoалюминий (30-80 нм) бар газ түзетін композиция алынды. Жану жылдамдығы 1,25 мм/с. Жалын сөндіргіштің тұтану температурасы $430^\circ C$ және соққыға минималды жарқыл сезімталдығы 0,02 МПа болды.

Төртінші тарауда химиялық газ генераторлық құрамы әзірленді: түтінсіз ұнтақ – mg – коллоксилин- KNO_3 , төмен жылдамдықты детонациясы бар, қуаты 30 МПа дейін жарылысты сіңіру үшін жеткілікті. Әртүрлі тотықтырғыштар (аммоний хлориді және карбонаты, натрий және калий нитраттары, натрий сульфаты кристалды гидраты) негізінде ыдырау кезінде төмен жылдамдықпен детонацияланатын үлгілік пиротехникалық композициялар зерттелді.

Сынақ нәтижелері үш бөлімдегі артық қысымның орташа мәндері 38,8%, 26,67% және 19,2% төмендегенін көрсетті, тиісінше, метан-ауа ортасындағы дыбыстан тыс жану камерасында жалын сөндіргіш ортада қауіпсіз жарылғыш заттардың желілік жану жылдамдығы зерттелді.

Алтыншы тарауда жанғыш шахталық орталарға қатысты жарылыс жылуы 1200-1500 кДж/кг болатын жалын сөндіргіштердің тұтану әрекетінің заңдылықтары анықталған. Модельдік жану камерасында соққы толқындарын азайтудың маңызды шарттары белгіленген. Жарылыс өнімдерінің (соққы-ауа толқындарының) ортамен (парафинмен) нысананың 3-тен 6,5 мм-ге дейінгі тереңдікке, су бөгетінің қалыңдығы 50 мм-ге дейінгі тереңдікке және шахта ортасының тұтануын тудыратын зарядтардың жарылу жағдайларына енуімен өзара әрекеттесуінен жарылыстың жылу сипаттамаларының критикалық мәндері анықталды.

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Көмір өнеркәсібінің дамуы тереңірек қабаттарды әзірлеумен, олардың энергиямен жабдықталуының артуымен неғұрлым өнімді технологиялар мен механизмдерді қолданумен байланысты, бұл шахталарда газ бен шаңның бөліну қарқындылығының артуына, сондай-ақ әртүрлі тұтану көздерінің пайда болу ықтималдығының артуына, яғни жарылыстардың пайда болуына ықпал ететін факторлардың күшеюіне әкеледі.

Жер асты қазбаларын метан және көмір шаңының жарылуынан қорғау жерасты тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде кеншілердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету жөніндегі іс-шаралар кешенінің ең маңызды міндеті болып

калуда. Көмір өндіруші елдердің көмір шахталарында соңғы жылдары орын алған ірі техногендік апаттар соның дәлелі.

Бұл жағдайлар көмір шахталарын жарылыстан қорғаудың барлық кешенің, оның ішінде метан мен көмір шаңының жарылыстарын (жарқырауын) оқшаулау құралдарын қазбаларда газ бен көмір шаңының дамыған жарылыстарының санын күрт төмендету бағытында жетілдіру қажеттілігін туғызады, бұл олармен ұштасқан тау-кен жұмысшыларының жарақаттануын және материалдық залалды болғызбауға мүмкіндік береді.

Зерттеудің мақсаты: Газ және көмір шаңының ықтимал жарылыстарын локализациялау арқылы көмір шахталарын жарылыстан қорғау үшін энергияны көп қажет ететін композицияларды жасау.

Зерттеу міндеттері:

1. Тұтану шектерін, жанғыш заттардың, тотықтырғыштың концентрациясын, бөлінетін газдардың көлемін және газ түзуші компоненттері бар энергияны көп қажет ететін құрамдардың жарылғыш түрлендіру жылуларын теориялық және тәжірибелік жолмен анықтау. Газ өнімділігі жоғары наноалюминий және көміртегі қоспалары бар жалын сөндіргіштердің оңтайлы құрамын анықтау.

2. Булану, ыдырау, сусыздандыру кезінде жылуды сіңіру арқылы жарылыс өнімдерін салқындатуға қабілетті тиімді жалын сөндіргіштердің үлгі құрамын оңтайландыру: аммоний хлориді және көмірқышқыл газы, натрий және калий нитраттары және натрий сульфаты кристалды гидраты.

3. Туннельдер мен шахталардың жабық кеңістігінде жарылыс импульсін локализациялау әдісі ретінде жасанды жоғары қысымды су тосқауылын пайдалану перспективасы. Су тұманымен әрекеттесу кезіндегі жарылыс импульсін және оның әлсіреу процесін анықтау.

4. Жарылыс өнімдерінің (соққылық-ауалық толқындары) метан және көмір шаңымен су тосқауылының әрекеттесуі кезінде шахталардағы жалын фронтының таралуын локализациялауға мүмкіндік беретін оңтайлы энергия сыйымды құрамды анықтау.

Зерттеу әдістері

Қойылған мақсаттарға жету үшін қажетті мәселелерді шешу кезінде келесі зерттеу әдістері қолданылды: Terra бағдарламасы арқылы термодинамикалық есептеу, термогравиметриялық талдау, жану жылдамдығын анықтау әдісі, рентгендік фазалық талдау, сканерлеуші электронды микроскопия, жану температурасын анықтау әдісі, далалық зерттеулер, газ тәрізді өнімдердің құрамын анықтау үшін хроматографиялық талдау.

Қорғауға ұсынылған диссертацияның негізгі ережелері:

• Энергияны қажет ететін құрамдар $\text{NH}_4\text{NO}_3/\text{Mg}/\text{C}$: 65/20/15, мұндағы C - $(\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6, (\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_x, (\text{NH}_2)_2\text{C}=\text{N}-\text{C}=\text{N})$, жарылғыш түрлендіру жылуымен $Q_{\text{exp}} = 314,43 \text{ Дж/кгК}$, жану температурасы $T = 2924 \text{ К}$, композициялар газ өндірудің жоғарылауымен сипатталады; Газ түзетін құрам ON - 80; Nano Al - 5; Нано C-15 өлшемі (C -80-100 нм, Al- 30-80 нм), жалын сөндіргіштің тұтану

температурасымен сипатталады - 430 °С, соққы кезінде ең аз жарқырау сезімталдығы 0,02 МПа дейін;

- Газ генераторының құрамы: түтінсіз ұнтақ – Mg-коллоксилин-KNO₃ 30 МПа дейін жарылысты сіңіру үшін жеткілікті детонация қуаты. Бейорганикалық құрамдастары бар газ түзетін жалын сөндіргіштер (1 – хлорлы аммонии, 2 – көмірқышқыл аммонии, 3 – натрий нитраты, 4 – калий нитраты, 5 – кристаллогидрат натрий сульфаты) ыдырау және тежелу бойынша төмен жылдамдықты детонациямен жану 1,25 мм/сек дейін;

- Үш учаскедегі артық қысымның орташа мәні тиісінше 38,8%-ға, 26,67%-ға және 19,2%-ға төмендеген көмір шахталарындағы жабық кеңістіктегі жарылыс импульстарын локализациялаудың тәжірибелік сынақтары. Жанғыш шахталық орталарға қатысты жарылыс жылуы 1200-1500 кДж/кг болатын жалын сөндіргіштердің тұтану әрекетінің үлгілері;

- Жарылыс өнімдерінің (соққы-ауа толқындарының) нысананы 3-тен 6,5 мм-ге дейінгі тереңдікке, су бөгетінің қалыңдығы 50 мм-ге дейінгі тереңдікке және шахта ортасының тұтануын тудыратын зарядтардың жарылу жағдайларына тесіп өтетін ортамен (парафинмен) өзара әрекеттесуінен жарылыстың жылу сипаттамаларының критикалық мәндерін анықтау арқылы модельдік жану камерасындағы соққы толқындарын төмендету технологиясының заңдылықтары.

Бұл жұмыстың нәтижелерінің ғылыми жаңалығы келесі аспектілермен сипатталатын отқа төзімді әсері бар жаңа энергияны қажет ететін композицияны жасау болып табылады:

1. Жану жылдамдығы жоғары аммоний хлориді мен көмірқышқыл газының газ түзетін композицияларының негізінде энергияны көп қажет ететін жалын сөндіргіш композициялардың рецептурасын жасау;

2. Alex наноалюминиймен классикалық энергияны көп қажет ететін жалын сөндіргіштерді модификациялау, әртүрлі морфологиядағы және шығу табиғатындағы белсендірілген көмір түріндегі газ түзуші агенттердің қатысуымен рецептілік факторлардың әсерін зерттеу;

3. Соққы толқынының артық қысым коэффициентін анықтау арқылы жанғыш шахталық орталарға қатысты жарылыстың тұтану әрекетінің заңдылығын анықтау.

Бұл энергияны көп қажет ететін композициялар соққы толқынын локализациялау үшін ғана емес, сонымен қатар энергияны көп қажет ететін композициялармен өрт сөндіргіш ретінде де қолданыла алады.

Алынған нәтижелердің практикалық маңыздылығы

Жану ошағында емес, көмір шаңының жарылысына метан жарылысының дамуына жол бермеу үшін жалын майданының таралу жолында сақтандырғыш жалын сөндіру ортасын құруда. Процеске жанғыш шаңның көп мөлшерін тарту, егер бақыланбаса, қар көшкіні тәрізді шаң-метан-ауа қоспасының барған сайын күшті жарылыстарына айналуы мүмкін, нәтижесінде үлкен жойқын күшпен детонациялық жарылысқа айналады, бұл үлкен экономикалық шығынға ғана емес, сонымен бірге адам ресурстарына да әкеледі.

Бұл жұмыс газ бен шаң бойынша қауіпті шахталарда жарылыстан қорғау үшін қолданылатын газ генераторларын өндіру саласындағы ғылым мен технологияны дамытуға жатады, зерттеулер жабық үй-жайларда (жерасты көмір шахталарында, аспаптық бөлімдерде, электр шкафтарында, қойма және өндірістік үй-жайларда, теміржол вагондарында және т. б.) өрт ошақтарын басу үшін химиялық құрамдарды іздеуге бағытталған.

Қазақстан Республикасының әлеуметтік-экономикалық дамуы үшін қазір тау-кен өнеркәсібі мен карьерлерді қазу саласында ғылыми негіздерді дамыту және жаңа технологияларды құру қажеттілігі айқын сезіліп отыр.

Жұмысты апробациялау

Диссертациялық жұмыстың материалдары әртүрлі халықаралық симпозиумдар мен шетелдік конференцияларда баяндалған және талқыланған:

Матер. VIII Халықаралық симпозиум. «Жану және плазма химиясы» және «Энергия тиімділігі – 2015» халықаралық ғылыми-техникалық конференциясы (Алматы, Қазақстан, 2015 ж.); «Көміртек материалдарының физикасы мен химиясы/Наноинженерия» IX Халықаралық симпозиумы және «Наноэнергетикалық материалдар және наноэнергия» халықаралық конференциясы (Алматы, 12-14 қыркүйек 2016 ж.); Аннотациялар X Халықаралық «Көміртек және наноэнергетикалық материалдар физикасы мен химиясы» симпозиумы Алматы, – 2018 ж.; Көміртек 15-19 шілде, 2019 ж. Лексингтон, АҚШ; Технологиялар, инновациялар және кәсіпкерлік жөніндегі 3-ші Дүниежүзілік конференция (WOCTINE) 21-23 маусым, 2019 жыл. Стамбул, Түркия; Химия және химиялық технология бойынша 10-шы Халықаралық Беремжанов конгресінің материалдары. – Алматы, 2019 ж.; «Ғылым және бизнес – 2021» III Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция – Алматы, – 2021; XII Халықаралық жану және плазмохимия. Физика және материалтану химиясы» симпозиумы – Алматы, – 2021 ж.

Жарияланымдар. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері 24 баспа жұмыстарында жарияланды, оның ішінде Scopus дерекқорына кіретін 4 мақала, 4 жарияланым ҚР Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған басылымдарда, 16 – халықаралық симпозиумдар мен шетелдік конференциялар жинақтарында жарияланды.

Ғылыми-зерттеу жұмыстарымен және мемлекеттік бағдарламалармен байланыс.

Қорғауға ұсынылған «Авариялық жарылыстар кезінде соққы толқынын сіңіруге арналған құрамдарды әзірлеу» диссертациясының тақырыбы Халықаралық Ғылым және технологиялар орталығының халықаралық жобасы аясында орындалды. # G-2209 automated system for Protection from Accidental Explosions in Underground Structures, 2016-2019 және іргелі зерттеу бағдарламалары: "Паста жасаушылардың қатысуымен көмірден және қатты органикалық қалдықтардан сұйық отын алу" тақырыбы бойынша "гранттық қаржыландыру".

Жұмыстың көлемі мен құрылымы. Диссертациялық жұмыс 101 бетте берілген және 60 сурет пен 17 кестеден тұрады. Жұмыс кіріспеден, әдебиеттерге шолудан, зерттеу объектілері мен әдістерінің сипаттамасынан,

нәтижелер мен оларды талқылаудан, қорытындыдан және 96 атаудағы әдебиеттер тізімінен тұрады.

Автордың жеке үлесі эксперименттер қою мен жүргізуде, талдау әдістерін анықтауда, қойылған практикалық және теориялық есептерді шешу жолында, алынған нәтижелерді жалпылау мен түсіндіруде, мақалалар мен есептер жазуда болып табылады.