

АНДАТПА

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

Амир Жанибек Амирулының

«Бетонды құрылысқа бұзушы әсері бар газ генераторлары үшін пиротехникалық құрамдар» тақырыбындағы диссертациялық жұмысы

Диссертация жанғыш магний, полиэтилен, полиэтилентерефталат қоспалары бар аммоний нитраты мен аммоний перхлораты негізінде жаңа газ генераторлық құрамдарды әзірлеуге және зерттеуге арналған.

Пиротехникалық газ генераторлық құрамдардың бастапқы компоненттерінің оңтайлы құрамын анықтау үшін газ генераторлық құрамдардың жану параметрлерін термодинамикалық есептеулер жүргізілді. Жану үдерісін тәжірибелік зерттеулер жүргізілді және жану дыбыстық жылдамдығы және жану өнімдерінің жұмысқа қабілеттілігі (RT) бар аммоний нитраты мен аммоний перхлораты негізінде газ генераторлық құрамының рецептурасы әзірленді. Оларды практикада қолдану мүмкіндігін анықтау үшін әзірленген газ генераторлық құрамдарға полигондық сынақтар жүргізілді.

Бірінші тарау әдеби шолуға арналған, онда жоғары энергетикалық композицияларды пайдаланудың қазіргі жай-күйі мен перспективалары, түрлі газ генераторларының рецептурасы, сондай-ақ тығыз қала құрылысы мен блоктық тас өндірудің арасында бетондарды бұзу үшін пирокұрамдарды қолдану қарастырылған.

Екінші тарауда есептеу үшін «TDS» бағдарламаларын пайдалануды, сондай-ақ зерттеудің физика-химиялық және техникалық әдістерін, температураны, қысымды және жылдамдықты анықтау әдістемелерін қамтитын зерттеу әдіснамалары келтірілген.

Үшінші тарауда беріктілігі орташа бетон конструкцияларын бұзу үшін қолданылатын аммоний нитраты негізінде газ генераторлық құрамдар әзірленген. TV, HP - міндеттер құрамның бастапқы компоненттерінің оңтайлы мөлшерін анықтау үшін бағдарламалық кешенге салынған сипаттамалық функциялардың экстремумы әдісімен шешілді.

Төртінші тарауда берік бетон конструкцияларын бұзу үшін қолданылатын аммоний перхлораты негізінде газ генераторлық құрамдар әзірленген. ТГ-ДСК әдісімен 279,9 °С, 372,3 °С температурада ПЭ (полиэтилен) және АПХ (аммоний перхлораты) жақсы тотығатыны көрсетілді, бұл оларды бірге пайдалану мүмкіндігін көрсетеді. РФТ, газды хроматография әдістерімен құрамдардың жану өнімдері анықталды.

Бесінші тарауда АН (аммоний нитраты), АПХ негізіндегі құрамдарға арналған физика-механикалық сипаттамалар зерттелді. Сыналатын үлгілер бойынша тікелей және сырғымалы соққылар кезінде, олардың қызу температурасы тұтану температурасына жетпейді, әзірленген жүйелер үшін есептік қауіпсіз соққы энергиясы 9,8 Дж-дан кем емес, бұл 49 Дж-ға тең соққы энергиясының жеткіліксіздігін растайды. АН, АПХ негізіндегі барлық үлгілер екі сағат бойы -40 -тан $+40$ °С-қа дейінгі температура әсерінен кейін жұмысқа қабілеттілігін көрсетті.

Алтыншы тарауда АН, АПХ негізіндегі құрамдар, ЖМССО-ның (Жарылғыш материалдардың сараптамалық-сертификациялық орталығы) полигонында (Өскемен қаласы) тиімділікке сынақтан өткізілді. Бұл құрамдар -40 °С-ге дейінгі қатал климаттық жағдайларда әр түрлі беріктіктегі бетон конструкцияларын бұзу үшін қолданылуы мүмкін екендігі дәлелденді. Көміртегі монооксиді, азот тотықтары, хлор сияқты улы газдардың мөлшері шекті рұқсат етілген концентрациядан аспайтындығы теориялық және тәжірибелік тұрғыдан расталды.

Зерттеу тақырыбының өзектілігі.

Бетон мен темірбетонды барлық елдерде әр түрлі нысандар тұрғызу үшін кеңінен қолданады. Жақын арада бұл материалдар құрылыстың барлық салаларында неғұрлым көп пайдаланылатын болады. Темір-бетон конструкцияларын бөлшектеу қажеттілігі жиі туындайды. Қазіргі уақытта темір-бетон конструкцияларын бұзудың кең тараған әдісі ұсақтау балғалары мен гидробалғалардың көмегімен ұсақтау болып табылады. Сондай-ақ, киратудың баламалы тәсілдері де бар, бұл жарылғыш заттың зарядын жару, электр импульстік талқандау, соққылы талқандау және басқалар. Бірақ бетонды бұзудың дәстүрлі технологиялары қолданылмайтын немесе тым көп еңбекті қажет ететін жағдайлар болады. Мысалы, жұмыс істеп тұрған өндіріс үй-жайында, тығыз құрылыс ауданында, жертөле және тереңдетілген үй-жайларда, кәбілдер, су құбырлары, жылу желілері және өзге де коммуникациялар көршілес болған кезде жұмыстар.

Жинақталған тәжірибелік деректер олардың көмегімен ПҚ (пиротехникалық құрам) жану сипаттамаларының топтарына ғана емес, сондай-ақ жекелеген қасиеттерге әсер етуге болатын әдістерді бөліп көрсетуге мүмкіндік береді. Қаралып отырған мәселенің маңыздылығына қарамастан, қазіргі уақытқа дейін көп компонентті ПҚ және олардың жану өнімдерінің сипаттамалары кешеніне компоненттердің концентрациялары мен қасиеттерінің әсер ету заңдылықтары іс жүзінде зерттелмеген.

Осыған байланысты компоненттердің физикалық-химиялық қасиеттерін зерделеу жолымен жаңа газ генераторлық құрамдарды ғылыми-техникалық негіздеу және әзірлеу өзекті міндет болып табылады.

Зерттеудің мақсаты

Осы диссертациялық жұмыстың мақсаты бетон конструкцияларын бұзу, блокты тас өндіру кезінде үлес шығындарын барынша азайту және еңбек

қауіпсіздігін арттыру арқылы, әртүрлі климаттық жағдайларда жұмыс істейтін, әртүрлі тотықтырғыштар негізінде жаңа, тиімді газ генераторлық пиротехникалық құрамдарды әзірлеу және зерттеу болып табылады.

Зерттеу міндеттері:

1. Бастапқы компоненттердің оңтайлы құрамын анықтау үшін бағдарламаның TDS компьютерлік коды арқылы газ генераторлық құрамдардың жану параметрлерін қолдана отырып, термодинамикалық модельдеуді орындау;

2. Аммоний нитраты мен аммоний перхлораты негізінде дыбыстық жылдамдықтан төмен жану жылдамдығы мен жұмысқа қабілеттілігі бар газ генераторлық құрамдарының жану үдерістеріне тәжірибелік зерттеулер жүргізу;

3. Аммоний нитраты, аммоний перхлораты негізіндегі пиротехникалық жүйелердің физикалық-механикалық сипаттамаларын зерттеу;

4. «ЖМССО» сынақ полигонында әзірленген газ генераторлық құрамдарды сынақтан өткізу.

Зерттеу әдістері

Қойылған мақсаттарға қол жеткізу үшін қажетті міндеттерді шешу кезінде мынадай зерттеу әдістері пайдаланылды: TDS бағдарламасын пайдалана отырып термодинамикалық есептеу, термогравиметрлік талдау, дифференциалды сканерлейтін калориметрия, жану жылдамдығын анықтаудың сызықтық әдісі, тұтандыруды кешіктіру уақытын анықтау әдісі, рентген-фазалық талдау, сканерлейтін электрондық микроскопия, жану температурасын анықтау әдісі, полигондық зерттеулер, газ тәріздес өнімдердің құрамын анықтау үшін хроматографиялық талдау.

Қорғауға ұсынылған диссертацияның негізгі ережелері:

1. Беріктігі орташа бетон блоктарын бұзатын аммоний нитраты негізінде энергия сыйымды құрамдарды әзірлеу. № 1 құрам: NH_4NO_3 - 70%, ПЭ - 20%, Mg - 10%, 1890 °C жану температурасымен сипатталады, жану жылдамдығы 1,4 мм/с, жұмысқа қабілеттілігі 660 кДж/кг, $Q_{\text{жану}} = 2740$ кДж;

2. Берік бетон блоктарын бұзатын аммоний перхлораты негізіндегі пиротехникалық жүйе үшін жану параметрлерін термодинамикалық модельдеу және эксперименттік нәтижелер. № 2 құрам: NH_4ClO_4 - 85%, ПЭ - 10%, Mg - 5%, жану температурасы - 2425 °C, жану жылдамдығы - 1,6 мм/с, жұмысқа қабілеттілігі - 1024 кДж/кг, $Q_{\text{жану}} = 3438$ кДж;

3. Аммоний нитраты, аммоний перхлораты негізінде жүйелердің тікелей (100 мм-ден кем емес, 500 мм-ден артық емес) және сырғымалы соққы (200 МПа-дан кем емес, 680 МПа-дан артық емес) кезінде істен шығу/жарылыс эксперименттері. Термиялық тұрақтылықты зерттеу -40 °C - +40 °C температура аралығындағы қауіпті климаттық жағдайларда тоқтаусыз жұмыс істеу қабілеттілігін көрсетті.

4. «ЖМССО» полигонындағы (Өскемен қаласы) пилоттық сынақтарды өткізу нәтижелері АН, АПХ негізіндегі құрамдардың тиімділігін куәландырады. Бетон конструкцияларын бұзу, блокты тас өндіру үшін

қолдануға болатын АН, АПХ негізіндегі құрамдардың жұмыс қабілеттілігі эксперименттік түрде дәлелденді.

Бұл жұмыстың нәтижелерінің ғылыми жаңалығы мынадай аспектілермен сипатталатын жаңа пиротехникалық газ генерациялайтын құрамдарды әзірлеуден тұрады:

1. Жану жылдамдығы 1,4-1,6 мм/с және температурасы 1890-2425 °С жоғары болатын аммоний нитраты (NH_4NO_3 - 70%, ПЭ - 20%, Mg - 10%), аммоний перхлораты (NH_4ClO_4 - 85%, ПЭ - 10%, Mg - 5%) негізіндегі газ генерациялайтын құрамдардың жаңа рецептілерін әзірлеу;

2. Пиротехникалық құрамдардың көмегімен бетон конструкцияларының бұзылу тиімділігін арттырудың теориялық негіздемесі берілген;

3. Рецептуралық факторлардың энергетикалық сипаттамаларға әсерін зерттей отырып, магниймен классикалық газ генераторларын модификациялау;

4. АН, АПХ негізіндегі құрамдардың сезімталдық параметрлері эксперименталды түрде анықталды, энергиясы 9,8 Дж-ден кем емес тікелей және сырғымалы соққыға ұшырайды, бұл еңбек қауіпсіздігін дәлелдейді. Термиялық тұрақты, -40 °С - +40 °С температура диапазонында қауіпті климаттық жағдайларда жұмыс істейді;

5. Бетонды бұзу үшін энергия сыйымды құрамдарды қолдану мүмкіндігі негізделген және АН, АПХ негізіндегі құрамдардың жану параметрлерін математикалық модельдеу берілген.

Бұл газ генерациялайтын құрамдар жасанды нысандарды бұзу үшін ғана емес, сондай-ақ қауіпті климаттық жағдайларда блоктық тас өндіру үшін де пайдаланылуы мүмкін.

Алынған нәтижелердің практикалық маңыздылығы

Компоненттердің физика-химиялық қасиеттерінің ПҚ негізгі сипаттамаларына әсерін анықтау бойынша есептік және эксперименттік деректер жасанды бетон конструкцияларға белсенді әсер ететін құрылғыларда жұмыс денесі ретінде қолдануға арналған жаңа пиротехникалық құрамдарды әзірлеу және қолданыстағы пиротехникалық құрамдардың тиімділігін арттыру үшін пайдаланылуы мүмкін.

Төмен тығыздықтағы газ генерациялайтын құрамдарды қолдану кезінде зиянды, улы газдардың сейсмо, соққы ауа толқындарының пайда болуынан және блоктардың жекелеген фрагменттерінің ұшуынан көрінетін жарылыстың бризантты әсерінің пайда болуына толық жол берілмейді. Осыған байланысты, бұл жұмыста жану режимінде жұмыс істейтін және жарылыстың бризантты әсерін болдырмайтын аммоний нитраты мен аммоний перхлораты негізіндегі газ генераторлық құрамдар әзірленді.

Әзірленген газ генераторлық құрамдар жоғары энергетикалық сипаттамаларға ие және жасанды нысандарды бұзу үшін және блоктық тас өндіру үшін қолданылуы мүмкін. Газ генераторлық құрамдарды өндіру технологияларын интеграцияланған түрде әзірлеу, сондай-ақ мақсатты тұтынушылар үшін бірқатар практикалық міндеттерді шешу үшін сынақтан өткізілген ғылыми-технологиялық база алынды.

Жұмысты апробациялау

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

1. V халықаралық ғылыми конференция «Лазерлік, плазмалық зерттеулер мен технологиялар - ЛаПлаз 2019» (Мәскеу, Ресей, 12-15 ақпан, 2019);

2. «Химиялық физика және наноматериалдар» IV халықаралық ғылыми конференциясы (Алматы, Қазақстан, 19 сәуір, 2019);

3. «Қазіргі заманның химиялық проблемалары» IV халықаралық ғылыми конференциясы (Донецк, Украина, 19-21 мамыр, 2020);

4. VI халықаралық «Лазерлік, плазмалық зерттеулер мен технологиялар - ЛаПлаз 2020» ғылыми конференциясы (Мәскеу, Ресей, 11-14 ақпан, 2020);

5. VII халықаралық «Лазерлік, плазмалық зерттеулер мен технологиялар - ЛаПлаз 2021» ғылыми конференциясы (Мәскеу, Ресей, 23-26 наурыз, 2021);

6. «Қазіргі заманның химиялық проблемалары» V халықаралық ғылыми конференциясы (Донецк, Украина, 18-20 мамыр, 2021);

7. XIII Халықаралық «Химиялық физика, материалтану, наноматериалдар» симпозиумы (Алматы, Қазақстан, 20-21 желтоқсан, 2022).

Жарияланымдар. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері 23 баспа жұмыстарында жарияланды, оның ішінде Scopus дерекқорына кіретін 8 мақала, 5 жарияланым ҚР Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған басылымдарда, 10 – халықаралық симпозиумдар мен шетелдік конференциялар жинақтарында жарияланды.

Жұмыстың көлемі мен құрылымы. Диссертациялық жұмыс 102 бетте берілген және 58 сурет пен 19 кестеден тұрады. Жұмыс кіріспеден, әдебиеттерге шолудан, зерттеу нысандары мен әдістерінің сипаттамасынан, нәтижелер мен оларды талқылаудан, қорытындыдан және 108 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.