

**6D071200 - «Машина жасау» мамандығы бойынша**  
философия докторы (PhD) дәрежесін ізденуге ұсынылған  
**БУКАЕВА АМИНА ЗАХАРОВНАНЫҢ**  
**«Қатты тау жыныстарынан беткі блоктарды өңдеу үшін**  
**термодинамикалық жұмыс органының конструкциясын жасау және**  
**зерттеу» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына**  
**АҢДАТПА**

**Тақырыптың өзектілігі.** Қазіргі таңда Қазақстанда инфрақұрылымды дамыту және жаңғырту талап ететін, бір қатар тенденциялар байқалуда. Қазақстанның өтпелі кезеңде оның минералдық ресурстары жоспардан нарықтық экономикаға өтуде аса маңызды орын алады. Қатаң халықаралық бәсекелестік жағдайында Қазақстан Республикасының Президенті отандық экономиканы әртараптандыруды тапсырды.

Достастық елдеріндегі гранит қоры шет елдерге қарағанда айтарлықтай жоғары болғанымен, оларды өндіру және өңдеу Италиямен, Бельгиямен, АҚШ - пен, Ұлыбританиямен салыстырғанда 3-4 есе артта қалып отыр.

Табиғи тас құрылыс материалдарының кең ауқымы арасында ерекше орын алады. Соңғы 70 жылда табиғи тастың әлемдік өндірісі 25 есеге дерлік өсті, бұл ретте соңғы жиырма жыл ішінде тас өндіру мен тұтынудың жыл сайынғы өсімі орта есеппен 7,4% - ды құрады. Алдағы онжылдықтың болжамдарына сүйенсек, бұл өсім жалғасады және әлемдегі тас өнімі 4 есеге артады. Гранит таңқаларлықтай берік, өңделуге оңай, ең бастысы, керемет әдемі және әртүрлі түстерге ие.

Қазақстандық табиғи тастың нарығында, осы материалды тұтынудың тұрақты өсу тенденциясы байқалуда. 1999 жылдан бастап Қазақстанда табиғи тасты тұтыну орта есеппен 10-12% -ға артты. Елдің экономикалық дамуының жоспарланған ставкаларын ескере отырып, ЖІӨ-нің 10 жыл ішінде елеулі өсуін болжай отырып, 2020 жылға қарай Қазақстандағы табиғи тасты тұтыну шамамен 2 есеге өсетін болады және жылына 1,2 млн шаршы метрден кем болмайтын болады.

Дегенмен, сала кәсіпорындарының техникалық деңгейінің төмендігінен, қатты тау жыныстарды өндіру мен өңдеудің тиімді құралдарының жоқтығынан, бұл табиғи байлықтар жеткіліксіз пайдаланылады. Достастық елдерінің халық шаруашылығының табиғи тастан жасалған өнімдерге қажеттілігі тек 10...15%, ал экспорттық сұраныс - 5...10%-ға ғана қамтамасыз етілуде. Өнеркәсіптің тас өңдеу салаларын дамыту жетілдірілген технология мен жоғары өнімді жабдықтарды енгізу есебінен шешілуі мүмкін болатын перспективалы міндеттердің бірі ретінде қарастырылады.

Қолданыстағы МЕМСТ 23342-91 гранит плиталары бір-бірінен ұзындығы бойынша  $\pm 2$  мм, қалыңдығы бойынша  $\pm 3$  мм ерекшеленеді. Еуропалық стандарттардың талаптары қатаңырақ, берілген ауытқуы  $\pm 2$  мм ғана. Сондықтан қытай граниті ішкі нарыққа қарағанда еуропалық нарықта (әсіресе Германияға) белсенді түрде импортталады, жыл сайын жеткізу көлемі 5-7%-ға дейін артады.

Алайда, табиғи тасқа сұраныстың мұндай тез өсуі отандық тасты казу және тасты өңдеудің даму қарқыны өсіп жатыр дегенді білдірмейді. Импорттық тас өнімдерінің бәсекелестікке қарсы тұру үшін отандық өнеркәсіпке шетелдік әріптестерінен кем түспейтін жоғары сапалы құралдарды, машиналар мен технологиялық желілерді енгізу қажет.

Тау жыныстарын өңдеуге арналған термоқұралдар өте берік және сенімді болып табылады, өйткені олар бұзылатын бетпен байланыстың жоқтығынан, ал қол термоқұралдар түрінде әдісті қолданғанда, жұмысшы мен қоршаған ортаға күшті аэродинамикалық шу әсерін тигізеді. Сондықтан, конструкциялық параметрлерін сақтай отырып, қуатты күшейтетін термоқұралдарды жасау маңызды конструкциялық және технологиялық тапсырма болып табылады. Осы құралдарды манипуляциялармен жабдықталған кезде, өңдеу құрылғылары қолмен жұмыс күшін толық механикаландыруға, жұмысшыны және қоршаған ортаны шудан қорғауға, өнімділікті және жұмыс мәдениетін жақсартуға және жұмыс қауіпсіздігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Дегенмен, механикаландырылған термоқұралдарды жобалау тәжірибесінде және қирау теориясында шешілмеген проблемалары бар. Атап айтқанда, газ ағындарын бағыттаудың әртүрлі әдістерімен тау жыныстарының физикалық және механикалық қасиеттерімен бұзылатын тастарды жою механизмін түсіндіру; термоқұралдардың конструкциялық және ұтымды технологиялық параметрлерін анықтау; отын қоспасының жағудың жаңа әдістерін қолданатын термоқұралдардың тиімді жұмыс органдарын дамыту; қызметкерлердің қалыпты санитарлық-гигиеналық жағдайларын қамтамасыз ету болып табылады.

Демек, қатты тау жыныстарды жою процесін зерттеу, термоқұралдардың параметрлерін есептеудің инженерлік әдісін әзірлеу, блоктық тасты механикаландырылған өндіру және өңдеу технологиясын жетілдіру, оның шешімі жылу әдісінің тиімділігін жоғарылатуға мүмкіндік береді.

Жұмыс Қ.И. Сатпаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университетінде, «Титушин» ЖК-да (Алматы) тасты өңдеу зауытында жүргізілді.

**Жұмыстың мақсаты** жоғары қуатты және пайдалану үшін үнемдеуге мүмкіндік беретін, қатты тау жыныстарынан беткі блоктарды өңдеуге арналған термодинамикалық жұмыс органының конструкциясын зерттеу болып табылады.

**Жұмыс идеясы** блоктарды, тау жыныстарын өңдеу және саңылаулы қазбаларды кесу кезінде олардың бұзылу өнімділігін арттыруға мүмкіндік беретін тау жыныстарын беткі өңдеу үшін термоқұрал параметрлерін таңдау және негіздеу болып табылады.

Қойылған мақсатқа байланысты келесі **зерттеу міндеттері** тұжырымдалған:

- қатты тау жыныстарынан блокты тастарды өндіру және өңдеуде тау-кен өндіру өнеркәсібінің қазіргі жағдайын талдау;

- технологиялық процестер мен өндірісте жоғары жылдамдықты жалын ағындарын пайдалану негіздемесі;

- жалынды термоқұралдарды пайдаланып, қатты тау жыныстардан блоктарды өндіру және өңдеу үшін процестерді, технологияларды және жабдықтарды зерттеу;

- қатты тау жыныстарды бұзу үшін жану интенсификаторы бар бензин-ауалы термоқұралының конструкциялық параметрлерін негіздеу;

- гранитті блоктарды өңдеуге арналған бензин-ауалы термоқұралының жаңа конструкциясын эксперименттік зерттеу;

- қатты тау жыныстарынан ірі блоктарды беткі өңдеу үшін жалын ағынды жұмыс органы бар өнеркәсіптік роботты қолдану негіздемесі.

**Зерттеу нысаны:** қатты тау жыныстарынан блоктарды жоғары қуатты термоқұралдарымен өңдеу.

**Зерттеу мәні:** қатты тау жынысын жалын ағынды өңдеуге арналған құралдар.

**Зерттеу әдістері.** Зерттеу нәтижелері газодинамика теориясының теориялық және практикалық ережелері, жылуөткізгіштік және көмірсутек отындарының жану теориясы, сондай-ақ экспериментті жоспарлау және деректерді статистикалық өңдеу теориясы негізінде алынды. Эксперименттік зерттеулер стендтік жағдайларда жұмыс істеп тұрған жабдықта өзіндік әдістемелер мен қазіргі заманғы өлшеу аппаратурасын, математикалық және физикалық модельдеу әдістерін және эксперименттерді жоспарлауды пайдалана отырып жүргізілді.

**Жұмыстың ғылыми жаңалығы келесідей:**

- жұмыс режимдік параметрлерін анықтау үшін регрессия теңдеуін алуға мүмкіндік беретін көпфакторлы экспериментті пайдалана отырып, жану интенсификаторы бар термоқұралдармен тау жыныстарын бұзу процесін модельдеу жүзеге асырылды;

- термоқұралдың Лаваль шүмегінен цилиндрлік перфорацияланған камера саптамасына түсетін, ішкі қабырғаларына үйкеліс пен суық атмосфералық ауамен байланыстағы дыбысты газ ағынында күшті стационарлық соққы толқыны қалыптасқандығы анықталды, соққы толқыны - саңылаулардың перфорациясы арқылы шығарылған ауамен оттегі арқылы араласып, осылайша ағынның жанармайының жануын интенсивті қамтамасыз етеді;

- эжекциялық саптамасының көмегімен термоқұралдың жаңа конструкциясының құрылымдық және режимдік параметрлерін негіздеуге мүмкіндік беретін, әртүрлі отынды тұтынуда жылу ағынын, шүмекке дейін температураны, жалынды камерадағы температураны, аралас ағынның температурасын, саптаманың шығу қимасындағы параметрлерін, еркін ағынның диаметрін және оның ұзындығын, және тотықтырғышты тотығу коэффициентінде газ шығынын анықтауда аналитикалық тәуелділіктер алынды;

- жанармай компоненттерін тұтынумен, жану интенсификаторы бар бензин-ауалы термоқұрал эжекциялық саптамасымен қамтамасыз етілген,

жалынның ағынының ұзындығы бойынша 0,05...0,35 м болатын тау жынысының тиімді аймағы эксперименталды түрде орнатылды: бензин - 0,0035...0,0077 кг/с; ауа - 0,1057...0,228 кг/с, артық тотықтырғыш коэффициенті  $\alpha_T = 0,7... 1,1$ .

Ғылыми ережелердің, тұжырымдар мен ұсынымдардың дұрыстығы термоқұралдардың тәжірибелік-өнеркәсіптік үлгілеріндегі эксперименттердің нәтижелерімен, сондай-ақ ЭЕМ-ді пайдалана отырып деректерді өңдеу кезінде сыналған инженерлік есептеу әдістерін, математикалық статистика әдістерін пайдаланумен расталған. Эксперименттік мәліметтер мен теориялық есептеулердің жинақтылығы енгізу актілер арқылы расталған.

#### **Қорғауға келесі негізгі ғылыми мәлідемелер ұсынылады:**

- жануды күшейтетін термоқұралдармен тау жыныстарын бұзу процесін моделі, көпфакторлық экспериментті қолдану арқылы, олардың жұмыс параметрлерін анықтау үшін регрессиялық теңдеулерді алуға мүмкіндік берді;

- термоқұралдың Лаваль шүмегінен цилиндрлік перфорацияланған камера саптамасына түсетін, ішкі қабырғаларына үйкеліс пен суық атмосфералық ауамен байланыстағы дыбысты газ ағымында күшті стационарлық соққы толқыны қалыптасқандығы анықталды, соққы толқыны - саңылаулардың перфорациясы арқылы шығарылған ауамен оттегі арқылы араласып, осылайша ағынның жанармайының жануын интенсивті қамтамасыз етеді;

- эжекциянды саптамасы бар термоқұралдың жаңа конструкциясының конструктивтік және режимдік параметрлерін есептеу әдістемесі базалық термоқұралдың жылу ағынын, Лаваль шүмегіндегі газ температурасын, жану камерасындағы температураны және отын компоненттерінің әртүрлі шығындары кезінде тотықтырғыш артық коэффициенттен жалынның ағу жылдамдығын есептеуді қамтиды;

- отын компоненттерінің - бензин мен ауаның, сондай-ақ тотықтырғыштың артық коэффициентінің белгіленген шығыны кезінде жанудың интенсификаторы-саптамасы бар бензин-ауалы термоқұралмен қамтамасыз етілетін жалын ағысының ұзындығы бойынша тау жынысын бұзудың тиімді аймағы эксперименталды түрде анықталды.

**Жұмыстың теориялық маңыздылығы** қатты сколдар әдісімен тау жыныстарының жалын ағу процесінің негізгі параметрлерін ғылыми негіздеуден, Лаваль шүмегінен эжекциянды саптаманың цилиндрлік қуысына, соққы толқынында отын қоспасының жануының жаңа түрін іске асыратын термоқұралдың жаңа құрылымын жобалаудан тұрады.

#### **Жұмыстың тәжірибелік маңыздылығы:**

- эжекциянды саптамасы бар бензин-ауалы термоқұралының жаңа конструкциясының геометриялық параметрлерін негіздеу және есептеу орындалды, араластыру камерасының кіріс қимасындағы қысымның негізгі параметрлері, сондай-ақ диффузоры бар газ ағынды эжектордың негізгі геометриялық өлшемдері анықталды, газодинамикалық саптамасы бар термоқұралдың тәжірибелік үлгісі дайындалды;

- катты тау жыныстарынан блоктардың беткі қабатын жалынды өңдеудің (бұзудың) технологиялық параметрлерін анықтау әдістемесі әзірленді, оған мыналар кіреді: бөлінетін бөлшектердің қалыңдығы; алынатын бөлшектердің қалыңдығы; бөлшектер массивтен бөлу уақыты; сызықтық жылдамдығы; қажетті жылу ағыны; көлемдік ақаулар жылдамдығы; өңделген жыныстың қозғалысының бойлық жылдамдығы; жалпы бұзылу көрсеткіштері;

- Денавит-Хартенберг әдісімен біртұтас матрицасы ретінде сипатталған ІЖАЖ үлгісіндегі өнеркәсіптік төрт звеналы роботтың блок-схемасы ұсынылды және әрекет етуші күштер мен сәттерді (инерциялық, ортадан тепкіш, кориолистер және гравитациялық) есепке ала отырып, төрт буынды манипулятордың аналитикалық тәуелділігі ұсынылды.

-ТРВ-12М термоқұрал базасында өндірістік сынаудан өткен және енгізуге ұсынылған эжекциянды саптамасы бар жоғары қуатты бензин-ауа термоқұралының жаңа конструкциясы әзірленді;

- катты тау жыныстарынан үлкен блоктарды өңдеу үшін жану интенсификаторлары бар термоқұралдарды енгізудің күтілетін жылдық экономикалық тиімділігі жылына 2 млн 760 мың теңгеден асады.

Термоқұралдар Алматы және Алматы облыстарындағы тас өңдеу кәсіпорындарына енгізу үшін берілді. Робот-манипуляторлардың кинематикалық және динамикалық параметрлерін есептеудің әдістемелік негіздері техникалық жоғары оқу орындарының роботтар механикасы бойынша курстарды оқыту үшін қолданылуы мүмкін.

**Ғылыми мәлімдемелердің, қорытындылар мен ұсыныстардың негізділігі мен дұрыстығы расталады:**

- Қазақстанның және ТМД елдерінің тау-кен кәсіпорындарында катты тау жыныстарынан гранит блоктарын жалын ағынымен өңдеу (пассировка) бойынша өндірістік деректер мен эмпирикалық материалдардың үлкен көлемін талдау;

- машина жасау технологиясының негізгі ережелері мен әдістерін, теориялық механиканы, серпімділік және икемділік теориясын, газодинамика және термоөңдеу теориясын пайдалана отырып, ЭЕМ-де есептерді шешу;

- гранитті блоктарды өңдеу үшін термоқұралдардың технологиялық параметрлеріне математикалық модельдеу және эксперименттік зертханалық зерттеулер жүргізу;

- теориялық және эксперименталды зерттеулер нәтижелерінің сәйкестігін анықтау.

**Нәтижелерді жүзеге асыру.** Зерттеудің нәтижелері тасты өңдеуге арналған тас өңдеу кәсіпорнының өндірісіне енгізу үшін ЖК «Титушин» (Алматы) және К.И. Сәтпаев атындағы ҚазҰЗТУ 5В071200 - «Машина жасау» мамандығы бойынша бакалаврларды дайындауда оқу үрдісінде берілді.

**Жұмысты апробациялау.** Диссертациялық жұмыстың негізгі ережелері және зерттеу нәтижелері «Технология, технология және бұрғылау технологиясы» кафедрасының 50-жылдығына арналған «XXI ғасырдағы

геологиялық барлау және мұнай-газ бизнес: технология, ғылым, білім» Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясында (Алматы, 2016); XII Халықаралық сырттай ғылыми-практикалық конференциясында: the 22-nd International conference on Vibroengineering "Dynamics of Strong Nonlinear Systems" (Moscow, 2016), the 24-th International Conference on Vibroengineering "Theories, Technologies and Applications in Vibration Engineering" (Shanghai, 2016), Сәтпаев оқулары «Шахмардан Есеновтың ғылыми мұрасы» халықаралық ғылыми-техникалық конференциясында (Алматы, 2017); «XXI ғасырдағы техника және техносфера» XXIII Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясында (Севастополь, 2016), «XXI ғасырдың техникасы және техносферасы» XXIV Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясында (Севастополь, 2017) талқыланды.

**Басылымдар.** Диссертацияның негізгі нәтижелері 18 жарияланымда жарияланды, оның ішінде ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған журналдарда 5 мақала; Қазақстан Республикасының және Ресей Федерациясының ғылыми журналдарында 3 мақала, халықаралық конференцияларда 9 жарияланым, оның ішінде 7 – шетелдік, оның ішінде 2 мақала Scopus деректер базасында; ғылыми журналда 1 мақала Scopus деректер базасында; өнертабысқа патент алу үшін Қазақстан Республикасы Әділет министрлігінің «Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК-на 3 өтініш тіркелген.

**Жұмыстың құрылымы мен көлемі.** Диссертациялық жұмыс 137 бетте жазылған кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан, 61 суреттен, 16 кестеден, 132 қолданылған әдебиеттерден және 7 қосымшадан тұрады.