

СҰЙЫҚ ЖАНАРМАЙЛЫ ЗЫМЫРАН ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫНДА ДӘНЕКЕРЛЕУДІҢ ДАМУ ТЕНДЕНЦИЯСЫ

Усенов Асан Кенжебекович

asanusenov463@gmail.com

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ физика-техникалық факультетінің ғарыштық техника және технологиялар кафедрасының 1-курс магистранты, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – Сексенбаева Р.Б.

Бұл жұмыста дәнекерлеудің ғарыштық салаға енгізілуі мен даму тенденциялары, сонымен қатар басқа байланыстыру әдістеріне қарағандағы артық-шылықтары мен кемшіліктері және ғарыштық саладағы тап болған бүкіл қиыншылықтары талқыланып, осы әдістің ғарыштық құрылғыларда кеңінен қолданыс табуына жол ашқан факторлар мен себептер толықтай түсіндірілген. Зерттеу КСРО мен отандық авторлардың дәнекерлеуді ғарыштық салаға енгізу барысында туындаған мәселелері жайлы еңбектерін талдау арқылы жүргізілген.

Дәнекерлеу бүгінгі таңда сұйық жанармайлы зымыран қозғалтқыштарының (СЗҚ) тұтас қосылыстарын жасауда қолданылатын аса маңызды тәсілдердің бірі болып табылады. Дәнекерлеуді қолдану материалдың дайындамаларда қолданылу коэффициентін арттырып, кесу арқылы өңдеу көлемін азайтады. Дәнекерлеудің басқа тәсілдерден гөрі бірнеше артықшылығы бар. Біріншіден, дәнекерлеу металлдарды бір-бірімен және металл емес материалдармен қосу мүмкіндігін береді. Ал, бұл өз кезегінде зымырандық техника бұйымдарына қатысты жаңа құрылымдық шешімдер табуға жол ашады. Екіншіден, дәнекерлеу бір қыздыру барысында бірнеше бөлшекті қосуға мүмкіндік береді.

Жоғарыда айтылып кеткен қасиеттер дәнекерлеудің бүгінгі таңда мажина-жасау өндірісінде кеңінен қолданыс табуына жол ашты. Аэро-ғарыштық салада дәнекерлеу аз салмақты, бірақ қиын кеңістіктік пішінді құрылғыларды құрастырауға мүмкіндік береді. Мысалы, бұл әдіс сұйық жанармайлы зымыран қозғалтқыштарының (СЗҚ) тұтас қосылыстарын жасауда қолданылатын аса маңызды тәсілдердің бірі болып табылады. Дегенмен, 1929 жылға дейін дәнекерлеу ғарыштық салада мүлдем қолданылмаған. Және оның өзіндік себептері болған. Жұмыс мақсаты: дәнекерлеудің ғарыштық салада қолданысқа енгізілу жолын қарастыру.

Дәнекерлеу және ғарыш аппараттары. Дәнекерлеудің физикалық мағынасы бөлшектерді балқытылған дәнекермен (қоспа материалымен) бөлшек материалдарын балқытусыз қосуда жатыр. Дәнекер бөлшектермен салыстырғанда өзгеше химиялық құрылымға және төмендеу балқу температурасына ие болуы қажет [1].

Бүгінгі таңда зымыран құрастыруда дәнекерлеу титан қорытпаларынан жасалған тұрқыларды құрастыру үшін қолданады. Мұнда дәнекерлеудің ерекше диффузиялық әдісі қолданылады. Диффузиялық дәнекерлеудің физикалық мағынасы дәнекерленетін тігістегі балқытпаның қатаюы дәнекер солидусының температурасынан жоғары температурада жүруінде жатыр. Ондай әсерге дәнекерленетін материалға жеңіл балкитын компоненттерді диффузиялап, оның қоршаған ортаға буланып, нәтижесінде баяу балкитын қосылыстардың түзілуі арқылы қол жеткізіледі. Бұл әдіс тігістің біртұтас еместігін жою арқылы дәнекерлеу тігісінің тепе-тең құрылымын, паспайдың дәнекерлеуден жоғары болатын температурасын, дәнекерленген қосылыстың жоғары созымдылығын, коррозиялық тұрақтылығын және ыстыққа беріктігін қамтамасыз етеді [5].

Дәнекерлеу жоғары өнімді процесс болып табылады және сенімді электрлік байланыс түзіп, әртекті материалдарды бір-бірімен жоғары температуралық шалыстанусыз (пісірумен салыстырғанда) қосуға мүмкіндік береді [2]. Дәнекерлеу бөлшектерді байланыстыру әдісі ретінде күнделікті өмірде де, ғарыштық салада да пісіру әдісін орынбасары ретінде

қолданысқа енгізіледі. Сондықтан, алдымен ол екі әдістің айырмашылықтарын көрсетіп кеткен жөн болады (кесте-1).

1-кесте

Дәнекерлеудің пісіруге қарағандағы артықшылықтары мен кемшіліктері

Дәнекерлеу артықшылықтары	Дәнекерлеу кемшіліктері
Құрылымның шалыстануын бұйымның біркелкі қыздырылуы және салқындатылуы арқылы тігіс маңайындағы материалдың созылуы жоқтығынан азайтады.	Диффузиялық дәнекерлеуге арналған саңылаулардың дәнекердің жоғары температура-лардағы аққыштығының салдарынан 0,05 мм-ден аспауы тиіс екендігі [4].
Дәнекерді ыдырату арқылы құрылымды бөлшектеуге мүмкіндік береді.	Дәнекерлеу барысында дәнекерлік саңылау-ларды қадағалау мүмкіндігінің жоқ болуы.
Бір технологиялық операция барысында бірнеше элементті біріктіруге мүмкіндік береді.	Дәнекерлеу барысында қосымша дәнекерді қосуға немесе артығын жоюдың мүмкін еместігі.
Пісіру арқылы қол жеткізіле алмайтын түйсіктері бар, күрделі тұйық кеңістіктік құрылымдарды жасауға мүмкіндік береді [3].	Күрделі құрылымдарға арналған дәнекерлік баптау үлгілерін қолданудың мүмкіндігінің жоқ болуы.

Дәнекерлеудің отандық ғарыштық салада қолданыс табуы. Отандық ғарыштық құрастыру саласында дәнекерлеу сұйық жанармайлы зымыран қозғалтқыштарының (СЗҚ) жану камераларын құрастыру мәселесінен туындаған болатын. Жану камерасы отынның химиялық энергиясы соплодан шығатын жану өнімдерінің кинетикалық энергиясына айналатын СЗҚ-ның негізгі құрамдас бөлігі болып табылады. Жоғарыда айтылып кеткен процесс 2000-4500°C аралығындағы жоғары температураларға дейін қыздырылған жану өнімдері мен жылудың көп мөлшерде бөлінуімен сүйемелденеді. Осыдан, СЗҚ әзірлеу және құрастыру барысында жану камерасы қабырғаларының жұмысқа жарамдылығын қамтамасыз ету аса өзекті және күрделі мәселе болғанын түсінуге болады.

Бұл мәселенің шешу жолын іздестіру барысында кейіннен қолданыс тапқан түрлі ұсыныстар жасалған. Мысалы, 1903 жылы К.Э. Циолковский жану камерасын «қабырғалардың бойымен тез ағатын металл сұйықтықпен» [6] салқындатуды ұсынған. Ал, басқа КСРО зымыран құрастыру саласының өкілі Ю.В. Кондратюк 1929 жылы камераның қабырғаларын «баяу балқитын металлдардан (хром немесе ванадий) жасап сыртынан жану камерасына берілетін сұйық газдармен қарқынды суытуды» [7] ұсынған.

Алғашқы шетелдік жану камераларында қабырғаның ішкі беті бойымен отынның бір компонентін жіберу арқылы ішкі суыту (1926-1938 жж. америкалық ғалым Р. Годдард) немесе жанармай бағына жану камерасын орналастыру арқылы отын компоненттерін статикалық суыту (Г. Оберт басшылығындағы неміс құрылымдаушыларының тобы) әдістері қолданыс тапқан. Отандық тәжірибеге келетін болсақ, алғашқы сұйық жанармайлы зымыран қозғалтқыштарын 1930-1931 жылдары В.П. Глушко құрастырған. Оларға «ОРМ-1» және «ОРМ-2» индекстері беріліп, статикалық суыту әдісі қолданылған. Кейіннен Глушко камераның оптималды құрылымын іздестіру барысында 1933 жылдың екінші жартысында біріктірілген суыту әдісі қолданылған СЗҚ құрастырды. Бұл қозғалтқыштың жану камерасында отын компоненттері іштей суытылып, соплалық бөлігінде сырттай суытылған. Жылу беруші ауданды кеңейту мақсатымен қабырғаның сыртқы беті қырланған еді. Басында қырлану сопланы құраушы бойымен, ал кейіннен жылу берілу қарқындылығын арттыру үшін қырлар спиральдік бағытпен орналастырыла бастады. Сынақтар қырланған суыту трактының жоғары тиімділігін көрсетіп, 1935 жылдың ортасынан бастап құрастырылған

жану камераларының көпшілігі цилиндрлік және соплолық бөлігінің сырттай және іштей суыту жүйелерімен қамтамасыздандырылатын.

Жану камерасының ондай конструкциясы (қырланған ішкі және тегіс сыртқы қабырғаларының күштік қосылуынсыз) сол кез үшін қалыпты болған 20-23 атм қысымда жемісті қолданылған. Қысымның көрсеткіштеріне қойылған ондай шектеу отын берудің ығыстырып шығарушы жүйесінің қолданылуымен түсіндірілетін. Қысымды одан әрі жоғарылату отын бактары мен қысымның баллон-аккумуляторларының массасын арттыруға әкеліп соғатын. Ал бұл ұшу аппараттары үшін мүмкін емес шарт болған. Мысалы, неміс конструкторларымен құрастырылған А-4 (ФАУ-2) зымыраны іштей және сырттай суыту жүйелеріне ие болған. Бұл зымыранның жану камерасында туындайтын қысым 16 атм-ге тең болған, бірақ ОКБ-456-да оны жеделдету арқылы камералық қысымы 24 атм-ге тең болған «РД-103» қозғалтқышын құрастырды. Дегенмен, ондай көрсеткіштерге жету үшін неміс конструкторлары қабырғаның қалыңдығын 5-6 мм-ге арттыруға мәжбүр болды. Бұл кеңейту камераның үлкен массасына алып келді.

1940 жж. ортасына қарай А.М.Исаев өз алдына қалың құбырлардан фрезерлеу немесе поковкалау арқылы алынатын қырланған қабырғалардың орнына пісірілген бойлық жігі бар жұқа болат табақтардан орап жасалған қабырғаларды қолдану арқылы жану камерасының массасы мен оны құрастыру процесінің еңбек сыйымдылығын азайту мақсатын қойды. Кейіннен ол цилиндр диаметрі жағынан сәл үлкендеу екінші цилиндрдің ішіне орнатылып, олардың ортасындағы кеңістікте суытушы сұйықтық ағуы тиіс еді. Бірақ, мұндай құрылым цилиндрлердің көлденең кимасында шеңбердің дұрыс геометриясын қамтамасыз ете алмады. Нәтижесінде қабырғалар арасындағы саңылау бірдей болмай, ішкі қабырғалар жанып кететіндіктен суытудың ондай әдісі қолданыс таппады.

Дегенмен, қосарланған қабықшалар идеясы кейіннен жану камерасының мөрленген сыртқы қабырғалы құрылымында тиімді жүзеге асырылды. Мөрлеудің тереңдігі қабырғалар арасындағы саңылаудың ұзындығын қамтамасыз ететін, ал қабырғалардың бір-бірімен байланыстырылуы мөр түбі мен ішкі қабырғаның бір-бірімен байланысқан жерінде нүктелік пісіру арқылы жүзеге асырылатын. Ондай құрылым камера ішіндегі қысымды 38-40 атм-ге дейін жоғарылатуға мүмкіндік берді. Қысымды одан әрі жоғарылатқан кезде нүктелік пісірілген байланыстар қирап, ішкі қабырға тұрақтылығын жоғалтып, жанып кететін.

Мөрленген құрылымды жану камералары А.М.Исаевтің ОКБ-2-де құрастырылған қозғалтқыштарында қолданылатын. Мысалы, «Р-11» зымыранының «С2.253» қозғалтқышы.

Жоғарыда айтылып кеткеннен 1940 жж. жану камерасының құрылымы СЗҚ мүмкіндіктері мен зымыран құрастырудағы прогрессті анықтап және де тежеп отырғанын аңғаруға болады. Зымыран құрастыру саласы тарту күшінің меншікті импульсін арттыруға қажет газдардың қысымына шектеу қоймай, кез-келген мол калориялы отын компоненттерін жандыра алатын жану камерасының жаңа құрылымын талап етті. Бұл мәселені шешумен ОКБ-456 конструкторлары айналысты. Конструкторлық бригаданың басшысы Г.Н.Лист жаңа құрылымды құрастыруды МАИ түлегі А.Д.Даронға тапсырды. Жас инженердің алдында 3500°C-ден жоғары температураларда ондаған қысым астында жұмыс істей алатын қозғалтқышты жасау мақсаты тұрды.

А.Д.Дарон бұл мақсатқа жету үшін ішкі қабырғаны жылу өткізгіштігі жоғары мыс қорытпасынан, ал сыртқы күштік қабырғаны құрыштан жасауды таңдады. Екі қабырға бір-бірімен қырлардың шыңдарын қатты дәнекермен дәнекерлеу арқылы біріктірілетін. Камераның араластырғыш бастиегінің ішкі түбі мыс қорытпасынан, ал ортаңғы және сыртқы түптері болаттан жасалған. Бұл эксперименталды камера «КС-50» (камераның меншікті тарту күші 50 кгс-қа тең болған) номиналдық атына немесе «Лилипут» (кішігірім өлшемді болғандықтан) формалдық емес атқа ие болды. «КС-50» камерасының конструкциясы №456-шы тәжірибелі зауытының технологтарымен бірігіп жасалынған. «КС-50» камерасы отандық зымыран құрастыру саласы үшін аса жаңа және революционды жаңалық болды. Себебі, біріншіден мында қабырға материалы ретінде алғаш рет мыс қорытпасы қолданылған, ал екіншіден сол мысты болатқа қосу үшін қабырғаларды қатты дәнекермен дәнекерлеу әдісі

таңдалған болатын. Бұл камера отандық зымыран құрастыру саласында дәнекерлеудің ғарыштық салада қолданысын тапқан ерекше құрылым болған.

Дегенмен, «КС-50» камерасын құрастыру процесі бірталай қиыншылықтарға толы болды. Қиындық түсіруші мәселелер камераның қабырғаларын пісіру әдісі арқылы қосудың мүмкін емес екендігі анықталғаннан басталды. Ол кезде пісіруші-инженер А.А.Криворучко пісіру әдісін сынап көруді ұсынды. Сөйтіп, 1947 жылы «ОКБ-456» тәжірибелі өнеркәсібінде А.А.Криворучко бастауымен арнайы зерттеуші топ ұйымдастырылды. Бүкіл жұмыстар өнеркәсіп бастығы Н.Н.Артамонов бақылауымен жүргізілді. Оған қоса, кеңесші ретінде Н.Е.Жуков атындағы Әскери-әуе академиясының қызметкері С.Н.Лоцманов шақырылған.

Камераны құрастыру бойынша жұмыстар механикалық сынаулар мен металлографиялық зерттеулер өткізуге болатын, шын бұйымның құрылымдық ерекшеліктері модельденген лабораториялық үлгіні таңдаудан басталды. Ондай үлгі өзінің қарапайымдатылған формасының арқасында тиегіш зеві түзетілген термо-өңдеудің камералық пештерін қолдануға мүмкіндік беретін. Үлгінің формасы ретінде жану камерасына ұқсатылған цилиндрлік биметалдық құрастырма таңдалды.

Дәнекерлеуге дайындалған үлгі құбырға орнатылған тіреуіш барабанның үстіне кигізіліп, үлгі мен барабан арасында жұқа табақталған цилиндрлік мембрана (қап) цилиндрдің бүйір жағына пісіріліп орнатылатын. Дәнекерлеу барысында барабан қабырғасындағы саңылаудан тығыздалған ауа беріліп, мембрана арқылы үлгінің қоладан жасалған пластикалық ішкі қабырғасы қалың сыртқы болат қабырғаға қысылатын. Температура сыртқы қабырғаға орнатылған термopapa арқылы өлшеніп, барабанның айналуы қолмен атқарылатын.

Бұл кезеңде қисықсыздықты контур бойымен қабырғаларды ауа қапшықтарымен қаптау арқылы дәнекерлеу әдісінің мүмкін еместігі анықталды. Бұл мәселе Н.Н. Артамонов, А.А. Криворучко, И.П. Кузнецов және С.Н. Суриков ұсынған қысымның әртүрлілігін қолданып қабырғаларды қысу идеясы арқылы шешілді. Ол үшін жинақталған торап бүйіржақ ауа кірмейтіндей пісіріліп, ішіндегі ауа арнайы құбырмен сорылып алынатын. Сөйтіп, торап сыртындағы атмосфералық қысым мен ішкі қуыстағы вакуум арасында қысым әртүрлілігі орнайтын.

Сөйтіп, 1950-ы жж. одан әрі қарай жетілдіруге негіз болған заттай дәнекерленген камералар құрастырып шығарудың технологиялық процесі толықтай ұйымдастырылып шығарылған. Бұл дәнекерлеу технологиясы кейіннен әлемдік алғашқы «Р-7» ғарыштық зымыранына орнатылған ЗҚ-107 мен ЗҚ-108 жану камераларын құрастыруда қолданылған болатын.

Ал, 1954 жылы А.А. Криворучко мен С.Н. Суриков инженерлері, Ю.В. Никольский мен С.А. Барковеченко техниктері және де Петров пен С.В. Гужов темір шеберлері, яғни дәнекерлеу процесін әзірлеушілер тобы кірген алғашқы пісіру-дәнекерлеу лабораториясы ұйымдастырылған. Бұл лабораторияның кейінгі өнімді жұмысына Н.Н.Артамонов әзірлеген КБ мен цехтар арасындағы ерекше ара-байланыс жүйесі зор ықпалын тигізді. Конструкторлық бригадалардың жаңа зерттемелері проектилеу этапында бірден лабораторияның жетекші мамандарымен талқыланып, соның арқасында күрделі мәселелер алдын-ала пысықталатын. Ал, жаңа зерттемелердің өндіріске табысты енгізілуі лабораториямен цехтер арасындағы әрқайсысы белгілі бір номенклатура өнімдеріне жауап беретін инженердің арқасында жүзеге асырылатын. Ондай сараланған мамандар ретінде Г.В. Шашелова, Р.В. Черникова, А.А. Вишняков, А.Е. Горчакова, В.П. Петров пен О.Н. Кутузова инженерлерін келтіруге болады. Және де, бүгінгі таңда дәнекерлеудің ғарыштық салада кеңінен қолданыс табуына дәнекерлеу цехтарының басшылары А.И. Андронов, Л.М. Могилевский мен Ю.В. Борисовтың енгізген шығармашылық және ұйымдастырушылық үлестерін ұмытпау қажет.

«ОКБ-456» тәжірибелі өнеркәсібінде шығарылған дәнекерлеудің техни-калық процесі мұзтаудың ұшы секілді зымырандық қозғалтқыштарды құрастыруға қатысты дәнекерлеуді қолданудың потенциалды мүмкіндіктерінің тек басы ғана еді. Оны түсініп отқан «ОКБ-456»

басшылығы дәнекерлеуді ғылыми-зерттеу саласы ретінде дамытатын ерекше бөлім ашып, сол бөлімнің ішінде камера корпусын дәнекерлеу, араластырғыш ұшын дәнекерлеу, жабдықтарды жетілдіру секілді т.б. негізгі бағыттар бойынша кішігірім топтар ұйымдастырды.

Сөйтіп, 1947 жылы негізі қаланған СЗҚ агрегаттарының бөлшектерін дәнекерлеу технологиясы СЗҚ құрастырылып жатқан бүкіл 72 жыл бойы жетілдіріліп жатты. Және де, өнер, ғылым немесе техниканың жаңа үлгілерін құрастыру секілді шығармашылықтың ерекше бір түрі бола тұра, сұйық жанармайлы зымыран қозғалтқыштары құрастырылғанша шексіз дамытылып, жетілдіріліп отырады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Шевченко Г. Сварка, пайка и термическая резка металлов (1966): справочник //– М.: Высшая школа, – 1966 – С.191.
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Пайка>
3. Анурьев В. Справочник конструктора-машиностроителя: справочник // – М.: Машиностроение, – 2001 – С.864.
4. Лоцманов С. Справочник по пайке. - М.: Машиностроение, - 1975. С.306.
5. Петрунин И. Справочник по пайке.- М.: Машиностроение, – 2003 – С.302.