

## Дәріс 8

### Метал мен нанометаллдарды 3D технологиясымен басып шығару әдісі

Барлық АМ әдістері, анықтамасы бойынша, материалды қосуға негізделген. АМ процесін металды кесу процесімен біріктіріп, оның соңғы пішініне жақын түпкілікті өнім алуға болады. Металл компоненттері бар АМ-да бірнеше әдістер қолданылады [28]. Металл қабат-қабат қалыптастыру үшін моншақ қатар қойылады, ал толық құрамдас құру немесе бұрыннан бар бөлікке жаңа мүмкіндіктер қосу үшін қалаған үлгіде қабат-қабат қойылады. Металл кен орны (MD – металл тұндыру) икемді әдіс болып табылады, себебі ол өндірістік құрамдастарды немесе нақты геометриялық құрамдастарды әзірлеуге, құралдар мен бөлшектерді жөндеуге немесе стандартты негізгі бұйымдарды бірегей тігуге мүмкіндік береді. Металлдың қосылуы ұнтақ немесе сым түрінде болуы мүмкін.

Жылдам прототиптеу (RP) - АМ сөзінің басқа синонимі, әдетте қатты материалды біртіндеп жасау немесе қосу арқылы бөлік пішіндерін шығаратын әдістерге сілтеме жасайды. Демек, RP қалыптау технологиясы мен материалды алу технологиясынан түбегейлі ерекшеленеді. RP қабаттық өндіріс деп те аталады (LM – қабатты виртуалды, компьютерде жасалған модельдерді физикалық нысандарға (бөліктерге) түрлендіруде толық автоматтандыруды ұсынатын өндіріс). Виртуалды компьютерде жасалған модельдерді физикалық модельдерге түрлендіру үш өлшемді (3D) геометриялық модельді қабаттарға сандық түрде кесу арқылы қол жеткізіледі және бір уақытта компьютер әрбір қабатты жүзеге асырады.

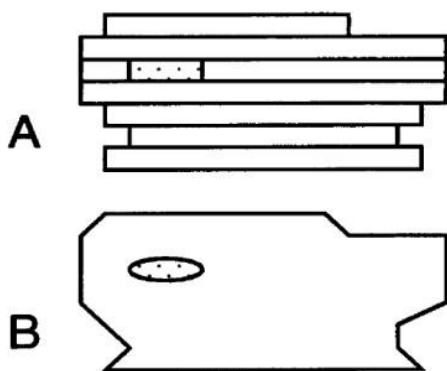
Бірдей немесе басқа материалдың жұқа және қалың парақтарын қаңылтырды пайдаланып және парақтарды желімдеу арқылы бір бөлікке біріктіруге болады. Бөлшек ішіндегі сипаттарды қабат-қабат әдісі арқылы оңтайландыруға болады. Қабат-қабат әдісін қолданудың артықшылығы - тек қана бөліктің шеңберін бұзу қажет [29]. Ламинаттарды пайдалану - инъекциялық қалыптау үшін тікелей металл компоненттерді жасаудың салыстырмалы түрде жылдам және оңай жолы.

Парақтарды бір-біріне жабыстыру - ламинат еденді пайдалану кезінде үлкен мәселе. Температураны арттыру арқылы парақтарды біріктіру үшін полимерлі жабынды пайдалану қарапайым тәсілдердің бірі болып табылады. Полимерлі жабынды қыздыру кезінде байланыстыру температурасын және қоршаған ортаның температурасын бақылау маңызды. Тағы бір әдіс - парақтарды біріктіру үшін магнитті пайдаланатын парақ материалы ретінде магниттік материалды пайдалану. Бұл әдіс материалдың температурасын өзгертуді қажет етпей, процесті термиялық тәуелсіз етіп, полимерлі жабынның қажеттілігін жояды. Парақтар жеткілікті тегіс болса, парақтарды бір-бірімен ұстау үшін табиғи жабысқақ күштерді пайдалануға болады. Желімдеу әдісінің табиғи жабысқақ беріктігі, температураның өзгеруін қажет етпейді.

байланысты мәселелердің бірі ламинаттарды пайдалану кезінде сатылы

жабынның қалыптасуы . Материалды қабат-қабат қосу нәтижесінде сатылы жабын пайда болады. Ламинат әдістерін қолдана отырып, бөліктің бетіне сатылы жабынның әсерін азайтатын өте жұқа металл қабықшаларын қолдануға болады. Мәмілеге келу керек, бірақ материалдың жұқа қабаттары мен өндіріс жылдамдығы арасында ғана. Ламинаттардың көмегімен жасалған сатылы жабынның мысалы 69- суретте көрсетілген .

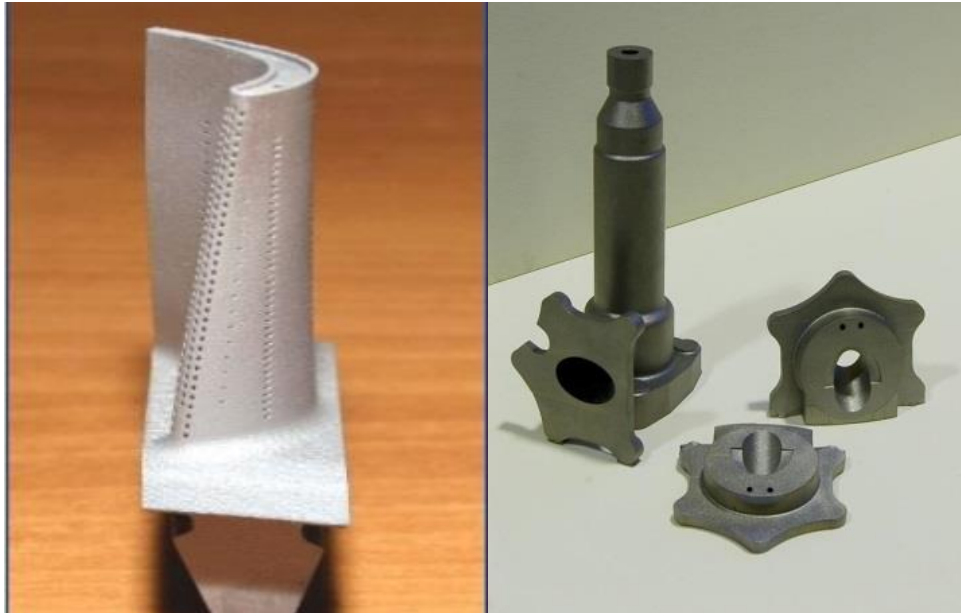
- A) A layerwise made part
- B) A future tooled part



1 - сурет Ламинаттарды (Ламинаттар) пайдалану нәтижесінде пайда болатын сатылы жабын

1 (А) суретте ламинаттарды қолдану арқылы қабат-қабат өндірісі көрсетілген. Дайын бөлік шамамен дұрыс пішінді алады. Егер лазер сәулесі немесе басқа құрал бөліктің периметрін қалыптастырса, 1(В) суретінде көрсетілгендей сатылы қамтуды азайтуға немесе тіпті жоюға болады. 1(В) суреті FFF ( еркін пішінді дайындау ) дайын өнімді алу үшін металды кесумен біріктірілуі мүмкін екенін көрсетеді.

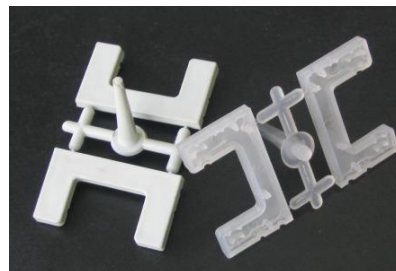
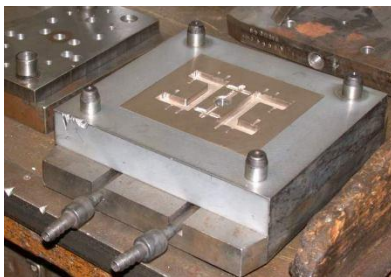
Әдетте, біз жаппай өндіріс туралы айтқанда, мыңдаған немесе жүздеген мың бірліктермен өлшенетін шамаларды айтамыз. Дегенмен, ондаған немесе жүздеген өніммен өлшенетін басқа да жаппай өндіріс бар. Авиация өнеркәсібінде, ғарыш өнеркәсібінде, энергетикада және басқа да бірқатар салаларда арнайы материалдардан жасалған, көбінесе күрделі геометриялық бұйымдар мұндай өте көп. Дәл сол жерде прототиптерді немесе тәжірибелік үлгілерді емес , толық коммерциялық өнімдерді өндірудің дәстүрлі технологиялық әдістеріне балама ретінде металл бұйымдарын «тікелей өсіру» АМ технологияларына қызығушылық пайда болды (2-сурет). Оның үстіне, бұл жерде мотивация ерекше, ерекше қасиеттері бар бірегей нәрсені жасау мүмкіндігі емес, экономикалық мақсатқа сай болуы. Кейбір жағдайларда нақты шығындардың объективті есептеулері кезінде аддитивті технологиялар дәстүрліге қарағанда арзанырақ болып шығады.



а б

2-сурет Ұшақ қозғалтқышының бөлшектері (а) Никель қорытпасы турбиналық қалақ (б) Жанармай беру жүйесінің бөліктері, Тi64 материалы

Осы өнеркәсіптік секторда АМ технологияларының дамуына, әрине, металл ұнтағы материалдарының ассортиментін айтарлықтай кеңейту ықпал етті. Егер 2000 жылдардың басында бұл 5-6 позициядан аспайтын тізім болса, бүгінгі күні қарапайым құрылымдық болаттан бастап ыстыққа төзімді қорытпалар мен қымбат металдарға дейін ондаған әртүрлі композициялар ұсынылады. Және бұл тізім тез кеңейіп келеді. АМ технологияларын қолданудың перспективті бағыттарының бірі технологиялық жабдықты – жаппай өндіріске арналған арматура мен құралдарды өндіру болып табылады. Атап айтқанда, инъекциялық қалыптау машиналарына арналған кірістірулер өндірісі (ТРА) (3-сурет) [30]

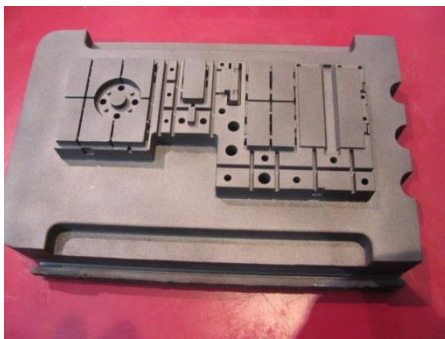


3-сурет. Инъекциялық қалыптау машинасына және ABS пластиктен жасалған құймаға арналған кірістіру

Қазіргі заманғы өндіріс өнімдердің салыстырмалы түрде жылдам өзгеруімен сипатталады және көбінесе өнімнің функционалдық қасиеттерін анықтайтын негізгі компоненттер емес, конструкция - дене бөліктері, әдетте құю арқылы жасалған сәндік элементтер, атап айтқанда термопластикада өзгереді.

машиналар. Осы себепті, кейбір жағдайларда ондаған және жүздеген мың циклдарға төтеп бере алатын қымбат құралдың қажеті жоқ. АМ технологияларын қолдана отырып, қызмет ету мерзімі азырақ жеңіл қорытпадан матрица немесе қалып жасауға болады.

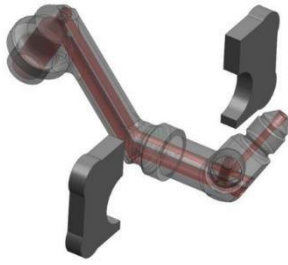
Бірақ АМ технологиялары дәстүрлі құю технологияларына да жаңа мүмкіндіктер береді. Мысалы, қалыпты өңдеу әдістерімен жасау мүмкін емес, ерікті конфигурацияның салқындату арналарымен бірге қалыпты «өсіруге» болады, 4-сурет.



4-сурет «Өскен» қалып матрицасы

АМ машиналарының кейбір түрлері мыс салқындату өзегі бар қалыптарды, сондай-ақ конфигурациясы қалыпталатын бөліктің геометриясына сәйкес келетін конформды салқындату жүйесі деп аталатын қалыптарды өндіру үшін сәтті қолданылады. Басқаша айтқанда, салқындату арналары қалыпты технологиялар рұқсат еткендей емес, қажет болған жағдайда қалып массивінде салынады. Біркелкі немесе бақыланатын салқындату бар құю қалыптарын пайдалану құйманың қалыпта тұру уақытын 30%-ға дейін қысқартуы мүмкін. Бұл жағдайда АМ технологиясы дәстүрлі CNC өңдеуге қарама-қайшы емес, бірақ шығындарды онтайландыру және өндіріс тиімділігін арттыру үшін жаңа мүмкіндіктер ұсынады.

Тікелей өндіріс немесе «тікелей өндіріс» - коммерциялық сериялық өнім ретінде металл бөлшектерді өндіру де АМ технологияларының мақсаттарының бірі болып табылады. Бұл бағыт құрылыс материалдарының тізімі өскен сайын дамып келеді, бірақ «субтрактивті» технологиялармен байыпты бәсекелестік туралы айту әлі ерте. Дегенмен, бірқатар салаларда – авиация өнеркәсібінде, кеме жасауда, энергетикада, сондай-ақ стоматологиялық медицинада және реконструкциялық хирургияда аддитивті технологияларды енгізу барынша байқалады. Мысалы, «ҰИАТ НТК» ААҚ ресейлік компаниясы дәнекерленген ұшақ қозғалтқышының жанармай бүріккіштерін CL 100NB никель қорытпасынан «өсірілген» бүріккіштерге ауыстыру бойынша жұмысты сәтті жүргізді (5-сурет). Нәтижесінде ақаулар саны айтарлықтай төмендеді, өнімнің салмағы 17% -ға азаяды. [31]



5-сурет Дәнекерленген және «өсірілген» отын бүріккіш

Бөлшекті құрастырудың қабат-қабат әдісі өз алдына жаңа мүмкіндіктер берді, дизайнер үшін шығармашылықтың жаңа көкжиектерін ашты және көптеген технологиялық шектеулерді алып тастады. Бұрын мүмкін болмаған нәрсе мүмкін болды. Сіз «бөлшек ішіндегі бөлікті» «өсіре» аласыз, қалыңдығы әртүрлі материал қасиеттері бар бөлікті «өсіре» аласыз (градиенттік материалдар деп аталады), құю немесе құю арқылы алуға болмайтын торлы құрылымдарды «өсіруге» болады. өңдеу. [32]

Аддитивті өндіріс технологияларының ішінде «Тікелей тұндыру» технологиясы бар. Металл бұйымдарын өсіру үшін бұл әдіс ұнтақ және шыбық (сым) материалдарын пайдаланады.

Металл сымды тұндыру бірнеше әдістерді қамтиды: тікелей лазер өндіріс (DLF – тікелей лазер дайындау), еркін пішінді электронды сәулелік дәнекерлеу (FFF), және газ вольфрам доғалық дәнекерлеу (GTAW). Металл қалыптарды тұндыру (SMD) газ вольфрамды доғалық дәнекерлеуді (GTAW) қолданатын дайын қоспаларды өндіру (AM) бөлігінің құрамдастарын жасайды. Әртүрлі дәнекерлеу әдістері бірін-бірі толықтыра алады, олар қажетті тұндыру жылдамдығына, өлшеміне және бетінің сапасына және техниканың күрделілігін және қажетті атмосфераны ескере отырып, олардың қолданылуына байланысты таңдалады [33].

Тікелей лазерлік тұндыру - бұл металл бөлшектерді жасаудың белгіленген технологиясы. Лазерлік қондырғы әдетте көп капиталды инвестициялауды талап етеді және қауіпсіздік шараларын қатаң сақтау керек. Тікелей лазерлік тұндыру процесінің артықшылығы оның бетінің жақсы сапасын алуында. Металды тұндыру үшін электронды сәулені пайдаланған кезде бетті өңдеу лазерлік тұндырудағыдай тиімді емес, алайда механикалық қасиеттері жақсарады. Тікелей лазерлік тұндыру мысалдары 75- суретте көрсетілген.



6 -сурет Тікелей лазермен тұндыру арқылы жасалған бөлшектер [[https://engineering.purdue.edu/LAMPL/research\\_deposition.html](https://engineering.purdue.edu/LAMPL/research_deposition.html)]

Электрондық сәулені тұндыру жоғары вакуумды қажет етеді, ол тікелей лазермен тұндыру және металды қалыпқа түсіру (SMD) кезінде қолданылатын аргон атмосферасына қарағанда қымбатырақ және техникалық жағынан қиынырақ [34] . Электрондық сәуленің көмегімен дайындалған металл құрамдас бөлігінің мысалы 76- суретте көрсетілген .



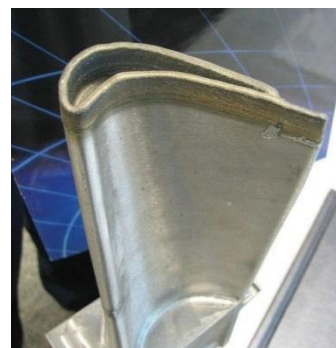
7- сурет Электрондық сәулелік дәнекерлеу қондырғысын сым берумен біріктіретін тікелей өндіру технологиясын пайдаланып ұшақты қолдану үшін жасалған дайын титан бөлігі [<http://www.sciaky.com/eb-welding-systems/electron-beam-welding-solutions> ].

Металл қалыптарды тұндыру ( SMD ) газды вольфрамды доғалық дәнекерлеу процесін пайдаланады ( GTAW ) инертті атмосфераның астында қабат-қабат шөгетін толық тығыз компоненттерді өндіру үшін. Күрделі бөлшектер мен бетті әрлеудің дәлдік ерекшеліктері, әдетте , лазерлік және электронды сәулені тұндыру процестерімен жасалған бөлшектер сияқты SMD-де жақсы емес . Дегенмен, сағатына 1 кг-ға дейін 1 м<sup>3</sup> дейін металл қалыптарды алуға болады . SMD процесінің жылдамдығы және үлкен, дайын пішіндерді

шығару және толығымен тығыз бөлшектерді шығару мүмкіндігі SMD-ге басқа қоспаларды өндіру әдістерінен артықшылық береді.



а



б

8- сурет SMD әдісі арқылы дайындалған қарапайым бөлшектердің мысалдары [<http://www.mtadditive.com/index.cfm/trends-in-additive/component-and-tool-life-extension-using-direct-metal-deposition-dmd/>] .

8 (а) суретте D MD CAD деректерінен толық жұмыс істейтін металл бөлшектерді қосымша жасауға қабілетті . DMD технологиясының негізгі ерекшеліктерінің бірі оның зақымдалған немесе тозған бөлшектерді қайта өңдеу мүмкіндігі болып табылады, 8 (б) суретте көрсетілген осы турбиналық қалақтағы жағдай .