

Дәріс 11

Полимер мен композиттен басылған бөлшектерде қолдану перспективалары

Бүгінгі таңда 3D басып шығару әртүрлі заттарды жасау үшін қолданылады. Ең алдымен, бұл қосымша әдіспен өндірілетін барлық өнімнің үштен бірін құрайтын функционалдық бөліктер. Басқа мысалдарға электронды схемалар, киім-кешек, жиһаз және тіпті тамақ жатады. Осындай жолмен жасалған алғашқы үйлер (олар туралы: «салынған» деп айту қиын), тіпті автомобильдер де бар, олардың кейбіреулері бірден және толығымен «басылған». Бұл технология медицинада кеңінен қолданылды. Оның көмегімен мүшелердің, қан тамырларының жасанды тіндері, жоғары сапалы протездер (соның ішінде тіс протездері) жасалады.

GRUNDFOS даниялық кеңсесінде 3D басып шығару зертханасы бар, онда сорғы жабдықтарын өндіруге арналған аддитивті технологиялардың мүмкіндіктері зерттелуде. Олардың инженерлері 11 жылдан астам уақыт бойы қосымша өндірісті дамытып келеді. Компания бұл технологияны ең озық (сурет 1) және жоғары сапалы заманауи аналогтардан да асып түсетін сорғыларды шығару үшін қолдануға болады деп есептейді.



Сурет 1 - Аддитивті өндіріс технологиясы арқылы жасалған мінсіз сорғы

3D басып шығарудың артықшылықтарының бірі - ол дәстүрлі түрде бір бұйымға біріктірілмейтін және бірнеше бөліктен жиналуы керек тұтас жинақтарды шығаруға мүмкіндік береді. Бұл олардың беріктігі мен өнімділік қасиеттерін айтарлықтай арттырады. Осылайша жасалған өнімдердің сапасы мен қасиеттері әдеттегі жолмен алуға болатын өнімдерден әлдеқайда жоғары. Атап айтқанда, изотропия мен дәл геометрияның арқасында 3D принтері тамаша теңдестірілген сорғы дөңгелектерін шығаруға мүмкіндік береді, бұл олардың тиімділігі мен сенімділігін арттырады және олардың қызмет ету мерзімін арттырады. Ұқсас ойлар, мысалы, реактивті турбиналық қалақтарды пішіндеу үшін 3D басып шығаруды пайдаланатын ұшақ қозғалтқышын өндірушілерге нұсқау береді.

Технологияның тағы бір пайдасы – жылдамдық. Бүгінгі күні тіпті ең күрделі 3D басып шығарылған прототипті төрт-бес сағатта жасауға болады. Жиырма жыл бұрын бізге төрт-бес күн, отыз жыл бұрын төрт-бес апта керек

еді. Бұл жаңа жабдықты әзірлеу және дәл баптау процесін айтарлықтай жылдамдатады.

3D басып шығарудың басты артықшылығы - ол дәстүрлі түрде бір бұйымға біріктірілмейтін және бірнеше бөліктен жиналуы керек тұтас жинақтарды шығаруға мүмкіндік береді. Бұл олардың беріктігі мен өнімділік қасиеттерін айтарлықтай арттырады.

3D принтерлер машина жасаудың қандай міндеттерін тиімді шешеді

Жаңа мүмкіндіктер машина жасау өнеркәсібінде 3D жабдықты әзірлеу және енгізуден кейін пайда болды. Әзірге барлық жерде емес, бірақ бірқатар салаларда аддитивті технологиялар дәстүрлі өндіріс әдістерін жылдам алмастыра бастады. Машина жасауда 3D басып шығару әртүрлі тапсырмаларды тиімді, жылдам және тиімді шешуге мүмкіндік беретін жағдайлар жасайды. Бұл міндеттердің ішінде мыналар бар:

- тәжірибелік үлгілерді әзірлеу және жаңа бөлшектер мен тораптарды шығару (концепциялық үлгілер, сынақ үлгілері);

- неғұрлым заманауи жүйелерді және/немесе олардың элементтерін құру;

- жөндеу және/немесе ескі бөлшектерді ауыстыру өндірісі.

3D жабдықтары іс жүзінде өзінің тиімділігін және жоғары сапалы және арзан өнім шығару мүмкіндігін көрсетті.

Заманауи 3D басып шығару жүйелері машина жасау саласындағы инженерлер мен дизайнерлердің алдында тұрған міндеттердің ең кең ауқымын тез және тиімді шешуге мүмкіндік береді. 3D-принтерлер концептуалды үлгілерді жасау кезеңінде де, дайын өнімді шығару үшін де таптырмас болып келеді.

1) Тестілеуге арналған прототиптер. Жаппай өндірісті бастамас бұрын болашақ өнімнің прототиптерін жасаңыз, сынаңыз, қасиеттерін, күшін, функционалдығын тексеріңіз және кемшіліктерді жойыңыз.

2) Аспаптар мен құрылғы компоненттеріне арналған қоршаулар. Сіздің әзірлемелеріңіздің сенімді жұмысын қамтамасыз ететін электрондық құрылғылар мен механизмдерге арналған бірегей корпусстар, қабырғалар, бекіткіштер және басқа құрылғылар.

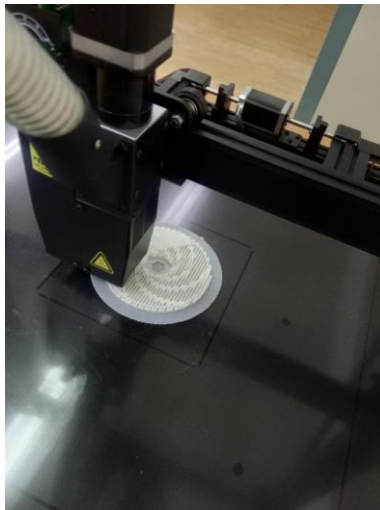
3) Өндірістік құралдар. 3D басып шығару - өндірісті жылдамдату үшін ыңғайлы және тиімді құралдарды жылдам шығару мүмкіндігі.

4) Құю модельдері. 3D принтердің көмегімен сіз жоғары дәлдіктегі трафареттерді, күйіп кеткен үлгілерді, силиконға құюға арналған үлгілерді жасай аласыз.

5) Қолдануға дайын өнімдер. Өндірісте бірден пайдалануға болатын баспа бөлшектері: машина бөлшектері, жөндеу бөлшектері, қозғалтқыш және құрылымдық элементтер, құралдар.

Зерттеулердің нәтижесінде сорғы дөңгелектерін жасауға арналған композит құрастырылды. 3D басып шығару арқылы дөңгелектерді жылдам прототиптеу технологиясы әзірленді. Композиттерден жасалған құю дөңгелектерінің

энергия үнемдейтін технологиясы әзірленді, түйіршіктелген композиттен күрделі геометриялық пішіндердің бөліктерін 3D басып шығарудың баламалы инновациялық технологиясы әзірленді. Алынған нәтижелердің ғылыми жаңалығы орталықтан тепкіш доңғалақтарды (ОТД) өндіру үшін көрсетілген механикалық қасиеттері бар композициялық материалдың құрамын негіздеуде.



Сурет 2 - Композиттік материалдардың түйіршіктерінен ОТД басып шығару процесі

Полимерлі түйіршіктерді пайдаланып басып шығару материалды таңдаудың әртүрлілігін қоса алғанда, одан да үлкен өндіріс мүмкіндіктеріне есік ашады. FGF технологиясын пайдалану жалпы және тозуға төзімді жабдықты, фрезерлік дайындамаларды және функционалды өнімдерді өндіру құны мен уақытын төмендетуге ықпал ететін негізгі фактор болады.

Иілу процесіне арналған стандартты емес жабдықты дайындау

Қазіргі заманғы өндірістегі бетті штамптау машина жасау өндірісіндегі ең кең таралған және жоғары жылдамдықты операциялардың бірі болып табылады. Тұрақты өлшемдегі жұқа бетті бөлшектерді алу дәлдігі өңдеудің бұл түрін өте қажет етеді. Бөлшектерді осылай жасаудың маңызды кемшіліктерінің бірі жоғары шығындар штамптау жабдықтары, осыған байланысты бұл технологияны тек сериялық және жаппай өндірісте қолданған жөн. Бұл кемшілікті болдырмау үшін ұсақ және бір өндірісте кесу мен тесудің орнына лазерлік кесуді қолдану ұсынылады, ал штамптарда иілудің орнына әмбебап матрицасы мен ауыстырылатын пуансондары бар пресс-иілгіш пресс жиі қолданылады.

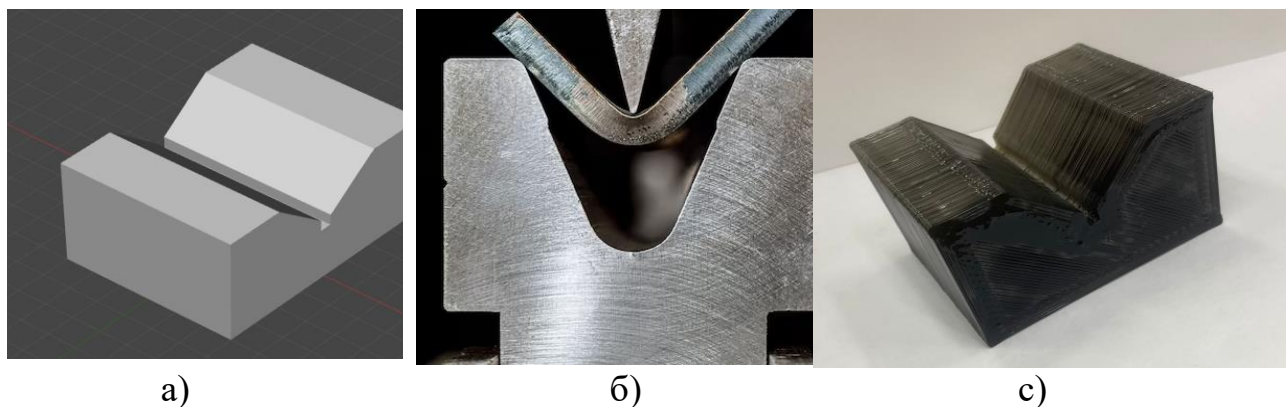
Қаңылтырды қалыптауды әр түрлі күрделі үш өлшемді жалпақ қаңылтыр бөлшектерін жасау үшін қолдануға болады, мысалы, иілу және терең сору арқылы. Қаңылтыр қалыптаудың кейбір артықшылықтары - қалыпталған бөліктің қолайлы механикалық қасиеттері, өндірілген сынықтардың минималды мөлшері және қол жеткізілген жоғары өндірістік қуат. Әдістің басты кемшілігі-жаңа технологиялық желіні орнатуға кететін

шығындар мен уақыт. Сондықтан үнемді өндірісті қамтамасыз ету үшін қаңылтырды өңдеу көбінесе жаппай өндіріспен шектеледі.

Қаңылтырды қалыптауға байланысты негізгі шығындардың бірі-қалыптау құралдарын жасау және өндіру. Әдетте құралды құрал жасаушы әзірлейді және металдан өңделеді, бұл көп уақытты қажет етеді және өте қымбат болуы мүмкін. Құралды әзірлеу кезінде құрал өзінің соңғы формасына жеткенге дейін бір немесе бірнеше түзетулерден өтуі мүмкін.

Иілу процесін үш түрге бөлуге болады: соғу, төменнен иілу және ауада иілу. 3D басып шығарылған иілу қондырғысы иілу процесінде қажетті минималды байланыстың арқасында тек ауада иілуге арналған.

Аспаптық жабдық, үшін V-тәрізді иілу FDM технологиясы бойынша жасалды, атап айтқанда экструзия технологиясы бойынша беттік материалдан дайындамаларды иілу үшін 90° бұрышта (сурет 3) V-ойығы бар матрица (ұзындығы – 80 мм; ені – 60 мм; биіктігі – 50мм) жасалды.



Сурет 3 – Иілуге арналған V-ойығы бар матрица а) КОМПАС бағдарламасында сызылған 3Д моделі; б) болаттан жасалған матрица үлгісі; с) 3Д принтермен TOTAL GF 10% композициялық материалмен басылып шыққан матрица үлгісі;

Беттік материалдардың иілуі Қ. И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ технопаркінде ZWHOPE 63T2500 маркалы иілу пресінде (күші - 630 кН) орындалды (сурет 4).



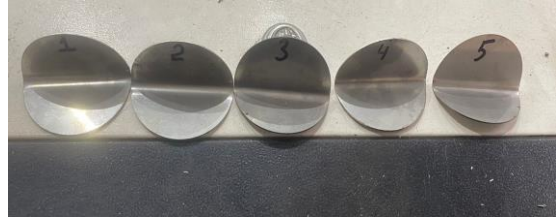
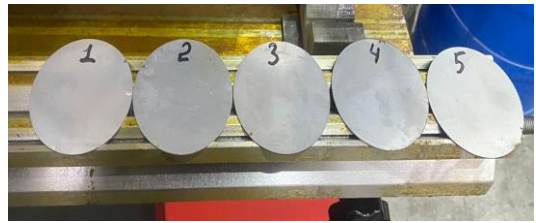
Сурет 4 - Иілгіш пресс

Матрицаны басып шығару параметрлері:

1. Технология – FDM (Fused deposition modeling);
2. Жабдық – Принтер CreatBot F430;
3. Материал – TOTAL GF 10% композициялық материал;
4. Қолдау құрылымдарының материалы – SR-30;
5. Қабаттың қалыңдығы/биіктігі – 0,250 мм;
6. Геометрия қабырғаларының ішкі контурын толтыру – 100% (Solid);
7. Қолдау құрылымдарының болуын немесе болмауын таңдау, тек субстрат болып табылады;
8. Баспа басының қыздыру температурасы – әдепкі бойынша TOTAL GF 10% композициялық материалы үшін;
9. Өндіруші мәлімдеген сызықтық өлшемдердің шекті ауытқуы –
+ - 0,089 мм.

Бұл матрица TOTAL GF 10% композициялық материалынан өнеркәсіптік деңгейдегі жабдықта FDM экструзия технологиясы бойынша жасалған. Бөлшек жұмыс платформасында көлденеңінен орналастырылды, осылайша матрицаның V-ойығы әр қабатта қабаттасқан кезде пайда болады, бұл әр түрлі қабаттардан құралған V-ойыққа перпендикуляр бағытта күш әсер еткенде пайда болатын стратификацияны болдырмайды.

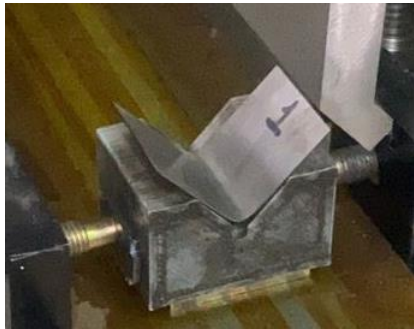
Болат 3 тен жасалған тіктөртбұрышты және домалақ үлгілер (сурет 5-6) иілуге ұшырады. Бірінші үлгі өлшемі 100x50 мм, қалыңдығы 0,8 мм және екінші үлгі диаметрі 81 мм, қалыңдығы 1 мм болатын болат 3-тен жасалған 10 дана дайындамалар сыналды.



а)

б)

Сурет 5 – Болат 3-тен жасалған дайындамалар а) Өлшемі 100x50 мм, қалыңдығы 0,8 мм дайындаманың иілгенге дейін және кейінгі түрі; б) Диаметрі 81 мм, қалыңдығы 1 мм дайындама иілгенге дейін және кейінгі түрі



а)

б)

Сурет 6 - Болат 3-тен жасалған дайындамаларды иу процесі а) Өлшемі 100x50 мм, қалыңдығы 0,8 мм; б) Диаметрі 81 мм, қалыңдығы 1 мм

V-ойығы бар матрица серіппелі бұрышты ескере отырып жасалды және ол 86° – қа тең деп алынды. Екі түрлі үлгілерді иілуге сынағаннан кейін, дайындамалар бұрыш өлшейтін жабдықпен өлшенді және нәтижесі барлық дайындамаларда 90° – ты көрсетті (сурет 7). Бұл көрсеткіш матрицаның дұрыс жобаланғанын айқындайды.



а)

б)

Сурет 7 – Иілгеннен кейін дайындамаларды бұрыш өлшейтін жабдықпен өлшеу сәті а) Өлшемі 100x50 мм, қалыңдығы 0,8 мм; б) Диаметрі 81 мм, қалыңдығы 1 мм

Бұл матрицада бөлшектердің бірнеше партиясы штампталды: бірінші партия нақты геометрияны қажет етпеді және парақтың қалыңдығына байланысты 2-ден 5 градусқа дейін болатын серіппе болды. Екінші партия 100 кН күшпен бөлшекті түзетумен жасалды.

Полимерлі матрицамен технологиялық процесті орындау кезінде келесі фактілер анықталды:

Серіппе іс жүзінде болмады. Эксперименттер ретінде болат матрицасында және композициялық полимер матрицасында материалды өңдеу параметрлері салыстырылды. Эксперименттер нәтижесінде салыстырмалы түрде үлкен ішкі радиус үшін полимер матрицасын өңдеу үшін қолданған жөн, өйткені бірдей сапалы өнімдерді алу кезінде қысым Күшін 20-30% төмендетуге болады. Бұл төмендеу полимер мен болат құралдың қаттылығының айырмашылығына байланысты пайда болады. Болат аналогына қарағанда үлкен мөлшердегі серпімді деформацияға байланысты металл бүкіл бетке мықтап қысылады және бұл жағдайда беттің қалыңдығы материалды түзетуге іс жүзінде әсер етпейді.

Ішкі радиусты және иілгіш сөрелерді түзете отырып, қалыңдығы 0,8 ден 1 мм беттік үлгілерін бұғу бойынша бірқатар эксперименттер жүргізгеннен кейін, құралдың V-тәрізді матрица ойығының бүйір сөрелерінде басу іздері байқалмады. Сондай-ақ, үлгінің матрицамен жанасуы орын алатын бүкіл аймақтың алғашқы тозуы да байқалмады, дегенмен де бірнеше иілуден соң біртіндеп матрицаның өлшемдерінің өзгеруіне әкелуі мүмкін және кейіннен иілуден кейін алынған өнімнің серіппелі бұрышына әсер етуі мүмкін.

Бақылау сұрақтары

1. "Аддитивті технологиялар" ұғымына анықтама беріңіз.
2. Аддитивті технологияның негізінде қандай принцип жатыр?
3. ASTM ұсынған жіктеу бойынша негізгі аддитивті технологияларды атаңыз.
4. Алдын ала қалыптасқан қабатта материалды балқыту әдісінің сорттарын тізімдеңіз. Олардың арасындағы айырмашылықтар қандай?
5. JP технологиясы бар FDM, SLA, MJM дегеніміз не?
6. SLP технологиясының артықшылықтарын атаңыз.
7. Металл ұнтақтарын пайдаланып қоспа өндірісінің негізгі қадамдарын тізімдеңіз.
8. Металл басып шығаратын 3D принтерлерінің қандай түрлерін білесіз?
9. PKT бөлшектері мен бұйымдарын жасау үшін қосымша өндірісті пайдалану қажеттілігі бар ма? Өз пікіріңізді түсіндіріңіз.
10. Қосымша технологияларда қолданылатын металл ұнтақтарының мысалдарын келтіріңіз.