

Лекция 14

Бөлшектерді балқыту арқылы қалыптастырудың аддитивті технологиялары

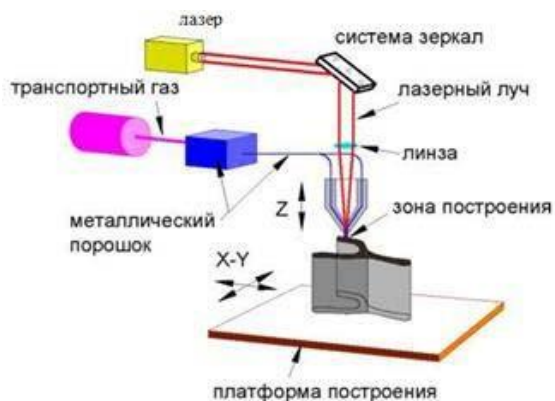
Тікелей лазерлік аддитивті құрылыс (CLAD) [1] негізделген металл ұнтағын бөлшектердің зақымдалған беттеріне лазермен дереу балқыту арқылы бүрку (сурет. 1 [1]).



Сурет. 1. Тікелей лазерлік аддитивті бөлшектерді құру схемасы (CLAD)

Күрделі көпфункционалды дизайнның арқасында "баспа басын" орнату және жылжыту үш жазықтықта жүзеге асырылады және тік осьтің айналасында айналады, бұл бөліктің бетіне кез-келген көлбеу бұрышта жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

CLAD қондырғысының ерекшелігі-титанмен және басқа тотығатын металдармен және қорытпалармен жұмыс істеу үшін инертті атмосферасы бар герметикалық жұмыс камерасының болуы. Бөлшектерді тікелей лазерлік аддитивті құру (CLAD) технологиясы тек 3-D басып шығару үшін ғана емес, сонымен қатар машина бөлшектерін 3-D жөндеу үшін де қолданылады. Мұндай құрылғылар үлкен көлемді өнімдерді, мысалы, авиациялық қозғалтқыштарды және басқа да күрделі, жауапты машина жасау өнімдерін жөндеу үшін қолданылады. Материалды тікелей энергиямен қамтамасыз ету нүктесінде тұндыруға және бөлшектің фрагментін қалыптастыруға негізделген аддитивті технологиялық әдістер суретте схемалық түрде ұсынылған «Direct Deposition» тобына жатады.



(источник www.ipmd.net)

Сурет. 2 Технологиялық схема және direct Deposition әдісін іске асырудың мысалы [2]

Технологиялық әдістердің бұл тобына мыналар кіреді:

DMD-direct Metal Deposition (POM компаниясы, АҚШ);

LENS-Laser Engineered Net Shape(OPTOMEC, АҚШ);

DM – Direct Manufacturing (Sciaky, АҚШ),

MJS - Multi-phase Jet Solidification (Fraunhofer Ifam, Германия; FDM, АҚШ) және т. б.

9.6. Стереолитография әдістерімен бөлшектерді қалыптастырудың аддитивті технологиялары.

Бөлшектерді стереолитография әдісімен қалыптастырудың технологиялық әдістері бөлшектің қалыптасу нүктесіне бағытталған жарық сәулесінің әсерінен емделетін арнайы жарыққа сезімтал шайырларды қолдануға негізделген. Жарық әсерінің түріне байланысты лазерлері бар 3-D принтерлер (лазерлік стереолитография немесе SLA технологиясы (Steriolithography Laser Apparatus)), ультракүлгін шамдары бар немесе көрінетін жарықты пайдаланатын ("лезде" қабатты жарықтандыру-фотополимер қабатын ультракүлгін шамның немесе Прожектордың жарқылымен емдеу) ажыратылады. Стереолитография бөлшектерді қалыптастырудың жоғары дәлдігімен ерекшеленеді және бөлшектің бетінің тазалығы мен құрылысының дәлдігіне қойылатын талаптар анықталатын жағдайларда қолданылады.

Лазерлік стереолитографияға арналған жабдық (250x250x250 мм құрылыс аймағының өлшемдері бар CLA-250 стереолитографиялық машинасы) алғаш рет 1986 жылы 3-D Systems ұсынған. SLA процесінің негізі ультракүлгін лазер (қатты күйдегі немесе CO₂) болып табылады, онда лазер

сәулесі SLS технологиясындағыдай жылу емес, жарық нүктесі ретінде әрекет етеді. Лазер сәулесі CAD моделінің ағымдағы қимасын сканерлейді және сұйық полимердің жұқа қабатын емдейді. Содан кейін бөлікті қалыптастыратын платформа модельді құру қадамының шамасына фотополимері бар ваннаға батырылады, қатайтылған қабатқа сұйық полимердің жаңа қабаты қолданылады, содан кейін оны лазерлік сәулемен өңдеу жүзеге асырылады. Осылайша, лазерлік стереолитография әдісімен бөлікті қалыптастырудың технологиялық процесі 3 - D моделіне сәйкес бөліктің денесін қабаттастыруды қарастырады.



а)



б)



в)

Сурет. 3 SLA моделі (а) және турбоагрегаттың жұмыс дөңгелегін құю (б), "ТМЗ" ААҚ турбинасының жұмыс дөңгелегінің қабық пішіні және құймасы (в) [3]

Лазерлік стереолитографияның маңызды артықшылығы-термиялық кернеулер мен деформациялардың пайда болуын болдырмайтын қалыпты температуралық жағдайда бөлшектің түзілуінің жоғары дәлдігі. Лазер сәулесінің дақ диаметрі $\varnothing 0,1$ мм $0,05$ мм, бұл бөліктің ең кішкентай бөліктерін жоғары дәлдікпен өңдеуге мүмкіндік береді. Ресейде SLA технологиялары "Салют", "Сухой", УМПО, "Рыбинские моторлар" кәсіпорындарында, Тушинск машина жасау зауытында ("ТМЗ") энергетикалық машина жасауда қолданылады (сурет. 5 [4]). Автомобиль өнеркәсібінің жетекші институтында біз осы технология бойынша Ресейде алғаш рет қозғалтқыштың басы мен цилиндрінің құймаларын алдық.

9.7. Құю өндірісіндегі аддитивті технологиялар

Машина жасау бұйымдарын құю өндірісінде құю бөлшектерін жедел өндіру үшін аддитивті технологиялар қолданылады:

- құю модельдері;
- мастер-модельдер;
- құю қалыптары мен құю жабдықтары.

Құю синтезі модельдерін жасау үшін құю балауызы, ұнтақ полистирол және әртүрлі фотополимер материалдары қолданылады. Құю балауызы балауыз моделін тікелей өсіру және қабықшалы немесе гипсокерамикалық қалыптарға құю арқылы металл құюды одан әрі алу үшін үлгі материал ретінде қолданылады. Модельді құру үшін Multi Jet Modelling (MJM) технологиясы қолданылады, оның негізінде көп сиялы бастарды (сиялы принтерлер түріне сәйкес) пайдаланып балқытылған материалды қолдану жатыр. "Сиялы басып шығару" технологиясына InkJet немесе polyjet технологиясы да кіреді.

Сиялы басып шығару технологиясы құю жабдығын жасамай-ақ металдан құйманы тез алуға мүмкіндік береді. 3-D Systems компаниясының заманауи projet 3000 сериялы машиналары Екі модельдік материалда құю балауызы мен акрил фотополимерінде жұмыс істей алады. Бұл технологиялық әдістер шебер модель мен құю моделінің Қалыптау жабдықтарын жасау кезеңдерін болдырмай, бөлшектің құю формаларын қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Сиялы басып шығарудың аддитивті технологиясын жүзеге асыру үшін машина жасау өнімдерін өндірудің жалпы технологиялық тізбегінде орнатылған өнеркәсіптік технологиялық жабдық болып табылатын S-Max типті машиналар қолданылады. Бұл технологиялық әдістер мен жабдықтар әлемнің жетекші елдерінің көптеген автомобиль зауыттарында қолданылады.

Ұнтақты полистиролдан синтез моделін жасау дәстүрлі күйдірілген модельді құю үшін жасалады. Технология прототиптер жасау үшін, сондай-ақ машина жасау бұйымдарын өнеркәсіптік аз сериялы өндіру үшін қолданылады. Полистирол модельдері SLS технологиясы бойынша жұмыс істейтін Af машиналарында жасалады. ұнтақты материалдардың қабатты агломерациясы (9.4 бөлімін қараңыз).

Технология орташа дәлдік талаптары бар салыстырмалы түрде үлкен өлшемді күрделі пішінді құйманы жылдам жасауға мүмкіндік береді. Spray forming металын бүрку арқылы құрылымдық және арнайы қорытпалардан дайындамаларды алу технологиясын 1970 жылы проф.Singer (Swansea University, Ұлыбритания) ұсынған.

Технологияның мәні металды субстратқа қабатты бүрку және кейіннен өңдеу үшін дайындаманы қалыптастыру болып табылады. Металл балқыту камерасында балқытылады, содан кейін арнайы саптама арқылы инертті газ ағынымен шашыратылады. Көлемі 10-нан 100 мкм-ге дейінгі металл бөлшектері субстратқа тұнбаға түседі, осылайша дайындаманың денесін құрайды. Металды қалыптауға қарапайым ағызу арқылы алынған құйылған дайындамадан айырмашылығы, spray forming әдісімен жасалған дайындама материалдың жоғары біркелкілігіне ие. Бұл технологияның ең маңызды артықшылықтарының бірі - берілген пайдалану қасиеттері бар жаңа материалдар мен әртүрлі жабындарды жасау мүмкіндігі. "Spray forming" технологиясы Арнайы қорытпалардан аэроғарыштық мақсаттағы жауапты бөлшектерді жасау үшін қолданылады, дегенмен ол сериялық өндірісте, атап айтқанда, "Мерседес" автомобильдерінің қозғалтқыштары үшін Al-Si қорытпасынан цилиндрлердің жеңдерін жасау үшін де сәтті қолданылады. Аддитивті технологияларды қолдану автомобиль үшін ең маңызды Құю өндірісі бойынша ғылыми-зерттеу және жобалау жұмыстарының ұзақтығын ондаған есе қысқартуға мүмкіндік береді: Қозғалтқыш цилиндрлерінің блоктары мен бастары, Көпірлер мен беріліс қораптарының корпусы бөлшектері. Бұл бөлшектерді эксперименттік жетілдіруді және өндірісті дайындауды ескере отырып, дәстүрлі әдістермен жасау үшін алты айдан астам уақыт қажет болды. 3-D жобалау және өндірістің аддитивті технологияларының көмегімен екі апта ішінде конструктивті күрделі өнім жасауға болады.

Аддитивті технологияны дамытудың тән мысалы-Ford компаниясына тиесілі 3-D прототиптеу орталықтарының жұмысы, онда күн сайын бірнеше жүздеген түрлі бөлшектер шығарылады. Бұл жағдайда әртүрлі материалдар қолданылады - құмнан нейлонға дейін. Мысалы, 3-D басып шығару көмегімен қозғалтқыштың ең күрделі бөлігін қабылдау коллекторын жасаңыз.

Ford компаниясының зауыттарында аддитивті технологиялардың әртүрлі түрлері қолданылады: лазерлік стереолитография, селективті лазерлік

агломерация және байланыстырушы сиялы басып шығару, балқыту әдісімен модельдеу және т. б.

Фордтың 3-D басып шығару орталықтары АҚШ-та (үш орталық) және Еуропада (екі орталық) орналасқан. Дир - борн қаласындағы (Мичиган штаты) бір ғана зауытта жыл сайын 20 000-ға жуық бөлшектер қосымша технологиялық әдістерді қолдана отырып шығарылады. 2004 жылы компанияның барлық зауыттарында шамамен 5000 дана 3-D басып шығару әдістері жасалғанын ескере отырып, аддитивті технологиялар қарқынды дамып, автомобильдердің сериялық өндірісіне енгізіліп жатқанын атап өтуге болады.

Өнеркәсіптік өндіріске аддитивті технологияларды жедел енгізудің негізгі факторы материалдар мен технологиялық жабдықтар құнының күрт төмендеуі болып табылады. Шығын материалдарының құнын төмендету, олардың номенклатурасын кеңейту, прототиптеу процестерінің уыттылығын жою, виртуалды модельдер нарығын құру бойынша жұмыстар аддитивті технологиялар алдағы жылдары сериялық машина жасау өндірісінде қолданылады деп болжауға толық негіз береді.

Бақылау сұрақтары

1. "Аддитивті технология" дегеніміз не?
2. Бөлшектерді өндірудің қандай технологиялық әдістері аддитивті технологияларға жатады?
3. Бөлшектерді өндірудің аддитивті технологияларының дәстүрлі технологияларға қарағанда қандай артықшылықтары бар?
4. Материал қабаттарын желімдеу әдістерімен бөлшектерді қалыптастыру технологиясының тән ерекшеліктері қандай?
5. Металл ұнтағы композицияларын агломерациялау (балқыту) арқылы бөлшектерді қалыптастыру кезектілігі қандай?
6. Бөлшектің тікелей лазерлік аддитивті құрылысы мен материал қабаттарын желімдеудің айырмашылығы неде?
7. "Лазерлік стереолитография" дегеніміз не?
8. Лазерлік стереолитографияның қандай түрлері материалға Жарық әсерінің түрлерімен ерекшеленеді?
9. Қую бөлшектерінің қандай түрлері тозу технологияларын қолдана отырып шығарылады?
10. Синтез модельдерін жасау үшін қандай материалдар қолданылады?

