

Дәріс 12

Аддитивті технологиялардың жіктелуі

Аддитивті технологияның түрлері қабатты қалыптастыру тәсілдеріне және оны модельдің немесе бөліктің жалпы массивіне қосуға байланысты. Бөлшектің қалыптасу әдісіне байланысты желімдеу, агломерация, балқыту, дәнекерлеу, бүрку және фотополимерлеу технологиялары ажыратылады. Сандық модельдеу әдістерімен жасалған және 3-D принтерлермен жасалған прототиптерді қолдана отырып, бөлшектерді құю технологияларын біріктірілген аддитивті технологиялар қатарына жатқызуға болады. Бөлшекті қалыптастыру әдістері бойынша аддитивті технологиялардың жіктелуі суретте көрсетілген. 9.3. ASTM F2792.1549323-1 additive technology келесідей жіктеледі :

- 1) Material extrusion - "материалды сығу";
- 2) Material Jetting - "материалды шашырату", "реактивті технологиялар";
- 3) Binder jetting- "байланыстырғышты шашырату";
- 4) Sheet lamination - "Парақ материалдарын қосу";
- 5) Vat photopolymerization – "ваннадағы фотополимерлеу";
- 6) Powder bed fusion - "материалды алдын ала қалыптасқан қабатта балқыту";
- 7) Directed energy deposition – "тікелей энергиямен жабдықтау тікелей бөлшекті қалыптастыру орнына".

Жоғарыда келтірілген жіктеулерді салыстырмалы талдау олардың ұқсастығын көрсетеді, бұл қолданылатын жіктеу белгілерінің жалпылығымен түсіндіріледі. Қосымша технологияларды қолдану арқылы бөлшектерді өндіру үшін қолданылатын технологиялық әдістер мен жабдықтардың дамуымен берілген жіктемелер кеңейтіліп, толықтырылатыны анық.

Бөлшектерді желімдеу әдістерімен қалыптастырудың аддитивті технологиялары

Материал қабаттарын желімдеу әдістерімен бөлшектерді қалыптастыру технологиялары он жылдан астам уақыт бұрын пайда болды және қазіргі уақытқа дейін әртүрлі бөлшектердің модельдерін өндіруде кеңінен қолданылады - салыстырмалы қарапайымдылық пен арзан бағаға байланысты емес. Бөлшектерді желімдеу әдістерімен қалыптастыру үшін бастапқы материалдар ретінде әртүрлі полимерлі пленкалар қолданылады. Бұл топтың ең кең таралған технологиялық әдістерінің бірі-пластикалық Парак Ламинациясы (PSL), онда модельді құру полихлорвинил (ПВХ) пленкасын қабатты желімдеу арқылы жүзеге асырылады (сурет. 1).



Сурет. 1 PSL жабдықтары-технологиялар

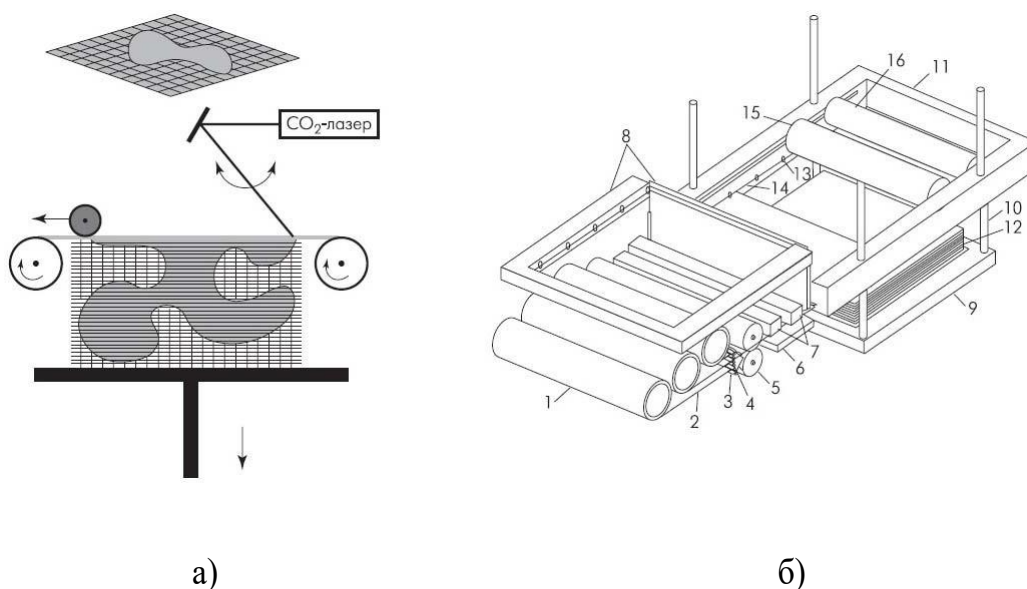
PSL – Plastic Sheet Lamination технологиясы бойынша жұмыс істейтін 3-D принтерлерді кейде laminated Object Manufacturing-пленка материалдарын қабатты желімдеу, мысалы, полимерлі пленка немесе лазер сәулесін немесе кескіш құралды пайдаланып модельді кейінгі пішіндеу ("кесу") бар ламинатталған қағаз деп атайды. Модельдік материал-қалыңдығы 0,15 мм бес түсті полихлорвинил пленкасы: мөлдір (кәріптас), қызыл, көк, кілегей, қара. Модельді қалыптастыру пленка қабаттарын дәйекті желімдеу және жылжымалы басына бекітілген пышақтың көмегімен модель контурын кесу арқылы жүзеге асырылады. Модель жылжымалы (тігінен) платформаға орнатылған арнайы магниттік субстратқа салынған. Желім құрамы пленка қабатының бүкіл бетіне қолданылады, ал құрылыстан кейін пленканы оңай алып тастауды қамтамасыз ету қажет жерлерде антиадгезив қолданылады. Модельдің денесі пленканы дәйекті желімдеу арқылы қалыптасады, ал артық "пленканы осы фильмдерден оңай алып тастауды қамтамасыз ету үшін" бос орындар " желімделмеген күйінде қалады кейінгі өңдеу процесінде "Бос орындар". Антиадгезив 1, 3 және 6 мм штанганың әртүрлі диаметрі бар арнайы "қарындаштар" немесе "киізден жасалған қаламдар" көмегімен қолданылады.

Машиналардың да, шығын материалдарының да төмен құнына байланысты 3-D принтерлер оқу жұмыстарында, макет және сәулет шеберханаларында және дизайн студияларында қолданылды.

ПВХ пленкасының модельдерін А ретінде пайдалануға болады модель шебері (Сурет. 2,3) полиуретанды шайырларды, сондай-ақ балқытылатын модельдер бойынша металдарды кейіннен құюға арналған балауыз үлгілерін силикон нысандарына құю кезінде. Solido SD 300 3-D принтеріндегі құрылыс дәлдігі барлық осьтер бойынша 150 мм ұзындықта 0,1 мм 0,12 мм шегінде.



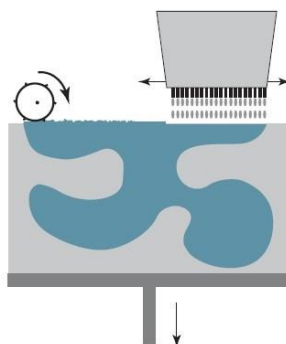
Сурет. 2 полиуретанды мастер-модельдердің мысалдары



Сурет. 3 LOM әдістерімен бөлшектерді қалыптастырудың технологиялық схемасы: 1-Жүк көтергіш таспада пленка материалы бар орамдар, 2-прототиптеуге арналған пленка материалы бар таспа, 3 - роликті селектор материал, 4 - бағыттаушы жүгірушілер, 5-ұзартқыш біліктер, 6-маршрутизатордың тіреуіш негізі, 7-фрезерлік бас кескіш Шабер фиксаторлары (кескіш пленканың тірек негізіне әсер етпейді), 8-қопсытқыш

жақтау 9, 10, 11-негіз, рельстер және құрастыру платформасының жақтауы, 12-пленка кесінділерінің стегі, 13-парақтарды беретін роликтер стекке пленкамен 14-пленка парақтарын беруге арналған нұсқаулықтар 15-қысқыш білік, 16-пленка материалының тірек негізін алып тастауға арналған білік

Пленкаларды қабатты желімдеу әдісімен бөлшектерді қалыптастыру технологиясы (Laminated Object Manufacturing, LOM). Бұл технологияны жүзеге асырған кезде материалдың жұқа парақтары лазер сәулесімен немесе арнайы пышақпен кесіліп, содан кейін бір немесе басқа жолмен бір-бірімен байланысады (сурет. 4). 3-D модельдерін жасау үшін тек пластикті ғана емес,



Сурет 4 Laminated Object Manufacturing

тіпті қағазды, керамиканы немесе металды да қолдануға болады. Модельді құру бірнеше кезеңмен жүзеге асырылады: бірінші кезеңде қағаз пакеті 2-D принтерге жүктеледі және парақтардың әрқайсысында қажетті қабат түспен басып шығарылады. Содан кейін басылған парақтарды оператор 3-D принтерге тасымалдайды, онда олардың әрқайсысында арнайы пышақпен сызылған кескіннің шекарасы бойынша ойық жасалады, содан кейін парақтар бір-біріне жабыстырылады. Үшінші кезеңде оператор кескіні жоқ артық қағазды қолмен алып тастайды, бұл күрделі модельдер үшін біраз уақыт алуы мүмкін. 3-D басып шығару (3-D басып шығару, (3DP)) арқылы бөлшектерді қалыптастыру технологиясы. 3-D басып шығару әдісімен бөлшектерді қалыптастыру кезінде болашақ объектінің негізі байланыстырғыш затты енгізу арқылы қабаттасып желімделетін ұнтақ (гипс композиті) болып табылады. Бөліктің келесі қабатын құру үшін жұмыс үстелінің бүкіл аймағында роликпен ұнтақ жағылады және тегістеледі, оған сия ағынына ұқсайтын баспа басымен бөліктің көлденең қимасы бойынша сұйық желім енгізіледі

Содан кейін қазірдің өзінде жасалған қабаттары бар үстел төмендейді және процесс қажетті рет қайталанады. Осы процестің соңында желім құрамының кебуін тездету үшін бөлік қызады. Осыдан кейін байланбаған артық ұнтақ алынып тасталады, кейіннен жұмыс істеу үшін бункерге автоматты түрде оралады. Қол жетімді жерлерден байланыссыз ұнтақ ауа ағынымен (тазалау станциясын қымбат модельдерге салуға болады) немесе щеткамен жойылады.

Материалды жабысу әдістерімен бөлшектерді қалыптастырудың аддитивті технологиялары

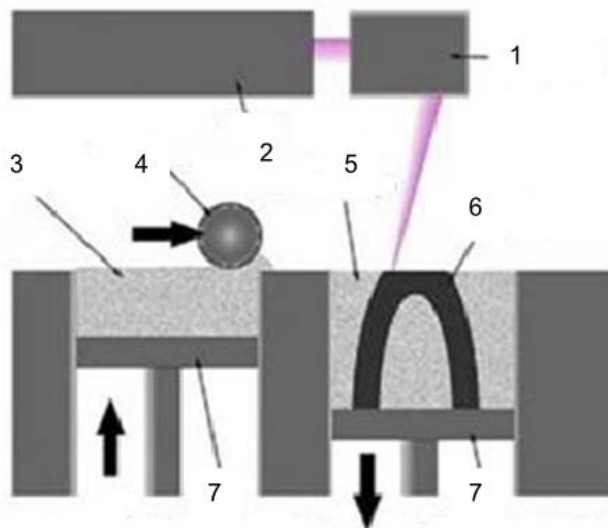
Бөлшектерді қалыптастырудың кең таралған технологиялық әдістерінің бірі-металл ұнтағының композицияларын агломерациялау (балқыту). Бөлшектерді қалыптастыру үшін осы технологияда қолданылатын бастапқы материалдар ретінде Ni, Co (CoCrMo, Inconel, NiCrMo), Fe (аспаптық болаттар: 18Ni300, H13; тот баспайтын болат: 316L), Ti (Ti6-4, CpTigr1), Al (AlSi10Mg, AlSi12), ұнтақтар негізіндегі композициялар қолданылады әр түрлі маркалы қола және арнайы қорытпалар.

Бөлшектерді жасаудың ең кең тараған әдісі металл ұнтағының бөлшектерін агломерациялау үшін лазерлік қондырғыларды қолдануға негізделген. Бұл әдіс "тандамалы лазерлік агломерация" немесе SLS технологиясы (selective Laser Sintering, Selective Laser Melting) деп аталады. Аддитивті технологияның бұл түрі металдармен жұмыс істеу үшін ғана емес, сонымен қатар ұнтақ түрінде термопластикамен де қолданылады.

SLS технологиясының бір түрі - металдарды тікелей ла-дәнді агломерациялау әдісі (dmls) (сурет. 5), таза металл ұнтақтарымен жұмыс істеуге бағытталған. Dmls ОЖ қондырғылары - титан сияқты тотығуға бейім металдармен жұмыс істеу үшін инертті газбен толтырылған герметикалық жұмыс камераларымен жабдықталады.

DMLS принтерлерінің ерекшелігі-шығын материалдарын ұнтақтың балқу температурасынан сәл төмен температураға дейін қыздыру, бұл лазерлік қондырғылардың қуатын үнемдеуге және басып шығару процесін жылдамдатуға мүмкіндік береді.

Лазерлік агломерация процесі жұмыс платформасына қыздырылған ұнтақтың жұқа қабатын жағудан басталады. Ұнтақтың әр қабатының қалыңдығы сандық модельдің бір қабатының қалыңдығына сәйкес келеді. Содан кейін бөлшектер бір-бірімен және алдыңғы қабатпен агломерацияланады. Сандық модельге сәйкес лазер сәулесінің қозғалыс траекториясы айналардың электромеханикалық жүйесі арқылы жүзеге асырылады. Қабатты сызу аяқталғаннан кейін артық материал алынып тасталмайды, бірақ кейінгі қабаттарға тірек болады, бұл қосымша тірек құрылымдарын салуды қажет етпестен күрделі пішінді модельдерді, соның ішінде топсалы элементтерді жасауға мүмкіндік береді. Осының арқасында іс жүзінде өндеуді қажет етпейтін бөлшектерді, сондай-ақ дәстүрлі технологиялық әдістермен, соның ішінде құюмен жасалуы мүмкін емес геометриялық күрделі бөлшектерді алуға болады. HIP (Hot Isostatic Pressing – ыстық изостатикалық пресстеу) және тиісті термиялық өндеумен үйлескенде, SLS технологиясын қолдана отырып жасалған бөлшектер құйылған немесе соғылған бұйымдардан кем түспейді, сонымен қатар олардың беріктігі жағынан асып түседі 20...30%.



Сурет.5 SLS, DMLS және SLM қондырғыларының жұмыс схемасы: 1-айна жүйесі, 2-лазер, 3-шығын материалы, 4-ролик, 5 - жұмыс камерасы, 6-өндірілген модель, 7-жылжымалы платформа [5]

Лазерлік агломерация технологиясының маңызды кемшілігі-Алынған бөлшектердің кеуектілігі, бұл бөлшектердің механикалық қасиеттеріне теріс әсер етеді. Бұл мәселені шешудің бір нұсқасы металдарды тікелей ла - дәнді агломерациялау (DMLS) технологиясын лазерлік балқыту (SLM) әдісімен аддитивті өндіру технологиясына түрлендіру болуы мүмкін. Бұл әдістердің түбегейлі айырмашылығы металл ұнтағын термиялық өңдеу дәрежесі болып табылады: SLM технологиялық процесі құю нәтижесінде алынған бөлшектер сияқты материалдардың біртекті қасиеттерін қамтамасыз ету үшін ұнтақ материалын толық балқытуды қамтамасыз етеді.

Катодты сәулелік балқыту (EBM) сонымен қатар материалдың агломерациясына (балқуына) негізделген аддитивті технологияның нұсқасы болып табылады.

EBM принтерлері SLM лазерлік балқыту технологиясынан кем түспейтін бөлшектерді өндірудің жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, электронды зеңбіректерді қолдану лазерлік қондырғыларда қолданылатын электромагниттік айна жүйелерінен арылуға мүмкіндік береді, бұл көп уақытты қажет ететін іске қосу жұмыстарын қажет етеді. Осылайша, EBM принтерлері SLM жабдықтарымен салыстырғанда дизайнның айтарлықтай күрделілігінсіз жоғары қуат пен өнімділікпен ерекшеленеді. EBM технологиясының жабдықтары әртүрлі металдар мен қорытпалармен жұмыс істеу мүмкіндігін қамтамасыз етеді, бұл әртүрлі металл бөлшектерін жасауға мүмкіндік береді, олардың пайдалану қасиеттері дәстүрлі өндіріс әдістерімен алынған үлгілерден іс жүзінде кем түспейді. Сонымен қатар, құю қалыптары мен пештер сияқты қосымша құралдар мен инфрақұрылымды қолдану қажеттілігі жоқ, бұл өндіріс шығындарын азайтуға мүмкіндік береді.

ЕВМ принтерлерінің негізгі өндірушісі-шведтік Arcam компаниясы. Қазіргі уақытта лазерлік және электронды сәулелік балқыту жабдықтары газ турбиналарының қалақтарын, реактивті қозғалтқыштардың саптамаларын және т. б. өндіру үшін сәтті қолданылады. .

Бақылау сұрақтары

1. Пішіндерді қандай әдістермен жобалауға және жасауға болады RIM технологиясы үшін.

2. Аддитивті қолданудың негізгі артықшылықтарын тізімдеңіз аэроғарыштық техника өндірісіндегі технологиялар.

3. Қосымша технологияларды қолдануға мысал келтіріңіз ұшқышсыз ұшу аппараттарын жобалау және құру.

4. Автомобиль өндірісінің қандай міндеттерін аддитивті шешеді технология.

5. Аддитивті технологияларды қолдануға мысал келтіріңіз автомобиль өнеркәсібі.