

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Өнеркәсіптік инженерия кафедрасы

Муса Талант Жеткергенұлы

«Өнімді жасау кезінде SurePrint Servo Technology аддитивті
технологиясын қолдануды зерттеу»

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B071200 – Машина жасау

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Өнеркәсіптік инженерия кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

PhD д-ф, қауым. профессор

_____ Арымбеков Б.С.

« ____ » _____ 2020 ж.

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Өнімді жасау кезінде SurePrint Servo Technology аддитивті технологиясын қолдануды зерттеу»

5B071200 – Машина жасау

Орындаған

Муса Талант Жеткергенұлы

Ғылыми жетекші,

PhD д-ф, қауым. профессор

_____ Арымбеков Б.С.

« ____ » _____ 2020 ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Өнеркәсіптік инженерия кафедрасы

5B071200 – Машина жасау

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

PhD д-ф, қауым. профессор

_____ Арымбеков Б.С.

«___» _____ 2020 ж.

**Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Муса Талант Жеткергенұлы

Тақырыбы «Өнімді жасау кезінде SurePrint Servo Technology аддитивті технологиясын қолдануды зерттеу»

Университет ректорының «___» _____ 20__ ж. №_____ бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «___» _____ 20__ ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берістері өнімді жасау кезінде SurePrint Servo Technology аддитивті технологиясын қолдануды зерттеу

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі

а) *SurePrint Servo Technology әдісінің шығу тарихы зерттеу*

б) *3D басып шығару процесінің параметрлері мен температуралық аспектілерін зерттеу*

в) *Бірінші қабатты тазарту*

Ұсынылған негізгі әдебиет: 18 атау

Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәліметтер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе, SurePrint Servo Technology әдісінің шығу тарихы зерттеу		
3D басып шығару		
3D басып шығару процесінің параметрлері мен температуралық аспектілерін зерттеу		
Бірінші қабатты тазарту		

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жобаға қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылау			

Ғылыми жетекші _____ Арымбеков Б.С.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Муса Т. Ж.

Күні «__» _____ 2020 ж.

АҢДАТПА

Берілген дипломдық жобада SurePrint Servo Technology аддитивті технологиясын қолдануды зерттелді. SurePrint Servo Technology жұмыс үстелінің яғни жұмыс платформасының температурасы, филаментің балқу температурасынан төмен болады, ол бұйымды басу кезінде материалдың катуына және бұйымның формасынан ағып кетуіне мүмкіндік берді.

Сонымен қатар 3D принтерде басып шыққан бұйымның сапасын толық қанды зерттедік.

Атап айтқанда бірінші қабатты тазарту, бірінші қабаттың ығысуын, биік нысандардағы жарықтар, жоғарғы қабаттағы тесіктерін, қызып кетудің салдарынан 3D моделінің деформациясын анықтап, сабаптерін таптық.

SurePrint Servo Technology технологиясында жаңа қозғалтқыштарды сондай-ақ стандартты қадамдық қозғалтқыштарға қарағанда энергияны 67% - ға аз тұтынады және 50% - ға аз жылуды шығарады, бұл принтердің қызмет ету мерзімін ұзартады және барлық қозғалыс жүйесінің сенімділігін арттырады.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте исследовано использование аддитивной технологии SurePrint Servo Technology. SurePrint Servo Technology имеет температуру рабочей платформы, которая была ниже температуры плавления филамента, что позволило при печатании изделия заморозить материал и отогреть форму изделия.

Кроме того, мы полностью изучили качество печатаемого изделия на 3D принтере.

В частности, определились деформации модели 3D вследствие очистки первого слоя, смещения первого этажа, трещин на высотных объектах, высотных отверстий, перегрева.

В технологии SurePrint Servo Technology новые двигатели также потребляют на 67% меньше энергии, чем стандартные пошаговые двигатели и выводят на 50% меньше тепла, что продлевает срок службы принтера и увеличивает надежность всей системы движения.

ANNOTATION

This thesis project explores the use of additive technology SurePrint Servo Technology. SurePrint Servo Technology has a working platform temperature that was lower than the melting point of filaments, which allowed the material to freeze and thaw the shape of the product when printing the product.

In addition, we have fully studied the quality of the printed product on the 3D printer.

In particular, deformations of the 3D model were determined due to cleaning of the first layer, displacement of the first floor, cracks on high-rise objects, high-rise holes, and overheating.

In SurePrint Servo Technology, the new motors also consume 67% less power than standard step motors and output 50% less heat, which extends the life of the printer and increases the reliability of the entire motion system.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Аддитивті өндірісі және пайдалану тәсілін анықтау	10
1.1 SurePrint Servo Technology әдісінің шығу тарихы	12
2 3D принтерді басып шығару сапасы.	17
2.1 SurePrint Servo Technology 3D басып шығару процесінің параметрлері мен температуралық аспектілері	19
3 Бірінші қабатты тазарту.	21
3.1. Биік нысандардағы жарықтар	22
Қорытынды	25
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	26

КІРІСПЕ

Аддитивті өндірістің артықшылықтары [2, 3, 4, 5, 10, 14]: инновациялар, бөлшектерді шоғырландыру, энергияны аз тұтыну, аз қалдықтар, нарыққа шығу уақытын қысқарту, жеңіл салмақ, өндірістік операциялардың икемділігі. Кері жағдайда жаңа өнімдерді әзірлеу және игеру немесе қолданыстағы өнімдерді жетілдіру кезінде АМ технологиясын таңдауға негізінен үш негізгі фактор әсер етеді: сапа, шығындар және уақыт.

Аддитивті өндірісінің комитеті ASTM F42, анықтаған аддитивті өндірісін жеті бөлікке бөлді. Олар: материалды экструзиялау, құм фотополимеризациясы, байланыстырғыш желімдер, материалды желдету, ұнтақты төсеу, бағытталған энергияны үнемдеу және паракты ламинациялау [9] болып табылды. Олардың ішінде стартаптар, әуесқойлар үшін экономикалық тұрғыдан тиімді және коммерциялық қол жетімді нұсқасы материалдық экструзия болып саналды. Бұл материалдық экструзия Material Extrusion және фотополимеризация машиналары деп аталады. Шығындар байланыстырғыш және материалдарды ағынды өңдеуді қоса алғанда, басқа да бірқатар полимерлік технологиялар үшін үздіксіз төмендесе, қазіргі уақытта төмен шығындар сатысында сатылатын коммерциялық 3D баспалар өте аз.

Бұл дипломдық жұмыстың негізгі мақсаты, ол аддитивті өндірісіндегі бұйымды SurePrint Servo технологиясын қолдануды зерттеу болып табылады.

SurePrint Servo технологиясы полимерлі филаменттерді ыстық шүмек арқылы басып шығарады. Жұмыс үстелінің яғни жұмыс платформасының температурасы, филаменттің балқу температурасынан төмен болады, ол бұйымды басу кезінде материалдың қатуына және бұйымның формасынан ағып кетуіне мүмкіндік береді.

Алайда, SurePrint Servo Technology көмегімен жасалған бөлшектер анизотроптық механикалық қасиеттерге ие[20]. SurePrint Servo Technology бөлшектерінің анизотропты табиғатына байланысты нақты механикалық қасиеттері әдетте сусымалы материалдардың қасиеттерінен айтарлықтай төмен. Термопласттар сонымен қатар әр өңдеу сатысындағы механикалық қасиеттердің нашарлауын көрсетеді. Бұл бір уақытта бастапқы шикізатты қайта пайдалануды шектейді және жобалау кезінде термопласттардың механикалық қасиеттерін болжауды қиындатады.

SurePrint Servo технологиясында 3D платформалары үлкен көлемде болып келеді. 1 метр x 1 метр x 0,7 метр құрастыру платформасы, бұл стандарты жұмыс үстеліндегі 3D принтерге қарағанда үлкен болып келеді. Бұл әдеттегі жұмыс үстелі 3D принтерімен салыстырғанда 200 пайызға көп

шығармашылық кеңістікті ұсынады және тұтынушылар жинауды қажет ететін бірнеше бөліктерді кішірейту немесе басып шығарудың қажеті жоқ дегенді білдіреді.

1 Аддитивті өндірісі және пайдалану тәсілін анықтау

Әдебиетте "аддитивті өндіріс" (АМ) терминінің әр түрлі белгілерін табуға болады. Мысалы, жылдам прототиптеу (РП), бұл сандық объектілерді физикалық бөлшектерге түрлендірудің жылдам және қандай да бір қосымша құралдарынсыз өндірістің барлық әдістерін қамтиды. АМ термині 1980 жылдан бастап қолданылады. Ең алдымен, қажетті компонентті алу үшін қабатты қабатқа қосуға болады. Осылайша, және АМ, және RP бірдей терминдер болып табылады; олар сандық объектілерден физикалық бөліктерді алу әдісін сипаттайды. АМ алғаш рет өнерде (мысалы, фото-мүсін) пайдалану үшін 1860-шы жылдары ұсынылды және өрістің топографиясын орналастыру үшін 1890-шы жылдары бейімделді. Соңғы бірнеше жылда АМ технологиясындағы үлкен серпіліс болды.

Ерте кезеңде проблемалардың бірі жоғары сапалы 3D принтірлердің, жоғары тиімді материалдардың және 3D принтірлерге де, өңделетін материалдарға да жоғары шығындардың баяу дамуы болды. Соңғы уақытта АМ технологиясын пайдалану арқылы жасалған тәжірибелік үлгілерді жасау уақыты, сондай-ақ осыған байланысты шығындар да айтарлықтай қысқарды. АМ технологиясының алғашқы коммерциялық қосымшаларын жасауға мүмкіндік берді.

АМ технологиясын кеш енгізудің тағы бір себебі, алдымен технологиялық процесс технологиясын әзірлеу қажет болды. Бұл даму жоғары сапалы датчиктердің, автоматтандыру және деректерді өңдеу үшін бағдарламалық қамтамасыз етудің болуына байланысты. Техникалық даму мен прогресстен басқа, бұқаралық ақпарат құралдары АМ саласындағы жедел прогреске ықпал етті. 3D-басып шығару кезеңінде, дизайнның толық еркіндігін кез келген форманың бөлшектерін шығаруға қабілетті бірінші технологиялық технология ретінде ұсынылды. Нәтижесінде 3D-басып шығару идеясы мен мүмкіндіктері бүкіл әлемге тез таралды. Бұл қоғамдық қызығушылық өнеркәсіптік көшбасшыларды өңдеудің жаңа технологияларын, жаңа 3D-басыпшарды әзірлеуге және материалдарды өңдеу мүмкіндіктерін жетілдіруге одан әрі түрткі болды. Өнеркәсіп осы әзірлемелерді қаржыландыруға ішінара жауапты болғанымен, мемлекеттік қаржыландыру елеулі үлес қосты.

Осыдан он жыл бұрын аддитивті өндіріс прототиптерді жасау үшін өндірістік әдіс ретінде ғана пайдаланылды. Дегенмен, соңғы зерттеу қазіргі уақытта АМ функционалдық бөліктерді өндіру үшін жиі қолданылады. Сонымен қатар, АМ-нің осы бөліктерінің көпшілігі сенімділік пен сапаны сертификаттау маңызды рөл атқаратын өнеркәсіп салаларында қолданылады,

АМ жоғары қосылған құнмен функционалдық өнімдерді жасау үшін пайдаланылуы мүмкін екенін дәлелдейді.

АМ-нің табиғаты, атап айтқанда материалды қабаттық тәсілмен қосу, компонентті өндіру үшін, мысалы, қарапайым жаппай өндіріс әдістерімен салыстырғанда процесс өте баяу жүреді. Екінші жағынан, АМ күрделі геометрияларды, соның ішінде астын сызуды қажет етпестен ішкі ерекшеліктерін ескере отырып, оны жаппай бейімдеу жағдайында жеке немесе кіші серияларды үнемдеу үшін пайдалануға мүмкіндік беретін өндірісті кеңейтуге мүмкіндік береді.

АМ технологияларының көпшілігі жетілдірілген өндіріс процесінде дамығанына қарамастан, бұл процестердің көпшілігі техникалық сипаттамадан тыс бөлшектерді шығарады (мысалы, өлшемсіздік дәлдігі немесе механикалық көрсеткіштер тұрғысынан) немесе құрылыстың қайта басталуын қажет ететін ақаулар бар.

Осылайша, технологиялық процестер мен материалдарды дамытуда айтарлықтай прогреске қол жеткізу қажет [1,2,3,4,5,6].

Өндірістің аддитивті технологиялары (АМ) прототиплеудің дәстүрлі әдістерінің кемшіліктерін жеңетін жылдам прототиплеуге негізделген жаңа және инновациялық технология ретінде пайда болды. Бұл терминология F42 өндірістің аддитивті технологиялары жөніндегі комитетінің және F42 кіші комитетінің юрисдикциясындағы. Терминология бойынша, ASTM International (ASTM) стандарттарды әзірлеу процесі және ISO стандартынан қол жетімді инженер-технологтар қоғамымен (SME) өзара келісім негізінде. АМ-дің басты ерекшелігі

- бұл модельдерді тікелей компьютерлік деректерден құруға мүмкіндік береді

- CAD, құрал-саймандар мен аксессуарларды қолданбай, қабат-қабат, прототиптеу үшін уақытты едәуір қысқартады және сапалы және табысты өнімдерді орналастыру мүмкіндігін арттырады. АМ технологиясының тиімді жүзеге асырылуын қамтамасыз ету үшін F42 комитеті жеті негізгі топқа жіктеуді келесідей етіп құрды: Материалды экструзия материалды желілеу, қапсырма ламинациясы, Қуырылған фотополимеризация, Ұнтақты төсеу және энергияның бағыты [1]. Материалдар АМ процесінде маңызды рөл атқарады.

Кейбір АМ процестерінде қолданылатын АМ технологиясының түріне сәйкес 1-кестеде материалдарды таңдау және АМ процестерін қолдану саласы келтірілген. Бұл АМ жаңа технологиялары 3D-басып шығару (3D-басып шығару-аддитивті өндіріс синонимі), аддитивті жасау немесе еркін түрде жасау деп аталады. АМ басқа пішімдер немесе нұсқалар әзірленетін немесе

көшірілетін өнімнің, әсіресе машиналардың немесе элементінің алғашқы алдын ала моделін жүзеге асыруға мүмкіндік береді. АМ технологиясына заманауи қол жетімділік прототип моделінің функционалды және дизайндық аспектісін білдіреді.

Аддитивті өндірістің артықшылықтары [2, 3, 4, 5, 10, 14]: инновациялар, бөлшектерді шоғырландыру, энергияны аз тұтыну, аз қалдықтар, нарыққа шығу уақытын қысқарту, жеңіл салмақ, өндірістік операциялардың икемділігі. Кері жағдайда жаңа өнімдерді әзірлеу және игеру немесе қолданыстағы өнімдерді жетілдіру кезінде АМ технологиясын таңдауға негізінен үш негізгі фактор әсер етеді: сапа, шығындар және уақыт.

Аддитивті өндірісінің комитеті ASTM F42, анықтаған аддитивті өндірісін жеті бөлікке бөлді. Олар: материалды экструзиялау, құм фотополимеризациясы, байланыстырғыш желімдер, материалды желдету, ұнтақты төсеу, бағытталған энергияны үнемдеу және паракты ламинациялау [9] болып табылды. Олардың ішінде стартаптар, әуесқойлар үшін экономикалық тұрғыдан тиімді және коммерциялық қол жетімді нұсқасы материалдық экструзия болып саналды. Бұл материалдық экструзия Material Extrusion және фотополимеризация машиналары деп аталады. Шығындар байланыстырғыш және материалдарды ағынды өңдеуді қоса алғанда, басқа да бірқатар полимерлік технологиялар үшін үздіксіз төмендесе, қазіргі уақытта төмен шығындар сатысында сатылатын коммерциялық 3D баспалар өте аз.

1.1 SurePrint Servo Technology әдісінің шығу тарихы

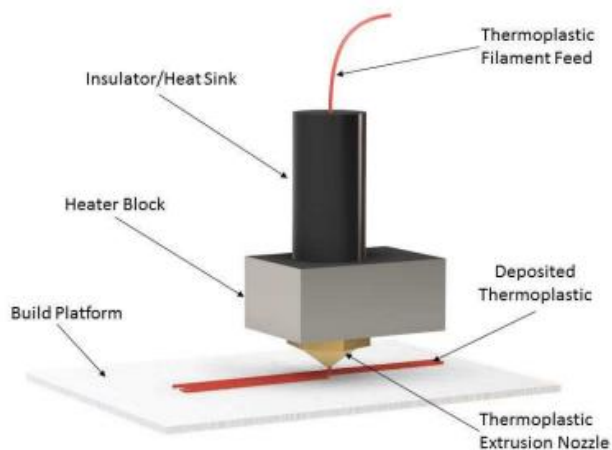
Материалды экструзия (Material Extrusion) - қазіргі кездегі аддитивті өндірісінде кең таралған әдісі, ол кеңейтілген, яғни үлкейтілген 3D принтірлерде қолданылады[14]. Материалды экструзиялаудың негізгі қағидасы – материалдарды қабат-қабатпен шүмек арқылы тұндыру[15]. Бұл принцип жұмыс істеуі үшін Material Extrusion әдісіндегі 3D баспалардың қозғалысындағы үш осінен және шүмектен артығымен ағып кететін материалды және материал ағынын бақылауды ұстау болып табылады[15]. Material Extrusion әдісінің артықшылықтары, олар төмен кедергімен, пайдалану қарапайымдылығымен, қарапайым басқарумен және тұрақты, қауіпсіз шикізат материалдарымен түсіндіріледі.

Material Extrusion әдісіне SurePrint Servo Technology, Fused Deposition Modeling (FDM), Fused Filament Fabrication (FFF), ARBURG Plastic Freeforming (APF), Composite Filament Fabrication (CFF), Plastic Jet Printing (PJP) және Melted Extrusion Modeling (MEM) технологиялары кіреді. Негізгі жұмыс

принципін американдық инженер Скотт Крамп әзірледі, ол 1989 жылы патент беріп, «Stratasys» компаниясын қаржыландырды. Келесі қадам ретінде Stratasys қорғалған брендке айналу үшін «FDM» (Fused Deposition Modeling) өтінімін берді. Қорғалған акронимдерді пайдалануда қақтығыстарды болдырмау үшін SurePrint Servo Technology, FDM (Fused Deposition Modeling), FLM (Fused Laying Modeling) немесе материалды экструзия сияқты балама белгілер жиі қолданылады. Бұл шолу экструзияға негізделген АМ технологиясының синонимі ретінде «Material Extrusion» болып табылды.

Бұл дипломдық жұмыстың негізгі мақсаты, ол аддитивті өндірісіндегі бұйымды SurePrint Servo технологиясын қолдануды зерттеу болып табылады.

SurePrint Servo технологиясы полимерлі филаментерді 1 - суретте көрсетілгендей ыстық шүмек арқылы басып шығарады. Жұмыс үстелінің яғни жұмыс платформасының температурасы, филаменттің балқу температурасынан төмен болады, ол бұйымды басу кезінде материалдың қатуына және бұйымның формасынан ағып кетуіне мүмкіндік береді.



1-сурет- SurePrint Servo Technology

Экструдерді алдын-ала анықталған құралдар жолына сәйкес, материалдарды қабат-қабатпен басып шығу үшін үш, экструдерді білікке бекітіледі. Сонымен қатар экструдердің траекториясы slicer бағдарламасымен басқаруға болады, ол бұйымның CAD үш өлшемді геометриясын импорттайды, объектіні 2D көлденең қимаға кеседі, пайдаланушы қалауы негізінде әрбір көлденең қиманы толтыру жолын анықтайды және G-код түрінде құрал қозғалысының траекториясын экспорттайды. SurePrint Servo Technology 3D баспаларында, әдетте термопласттарды салыстырмалы төмен температурасына және механикалық сипаттамаларға, оның ішінде беріктігі мен икемділігіне байланысты бөлшектерді жасау үшін бастапқы шикізат ретінде

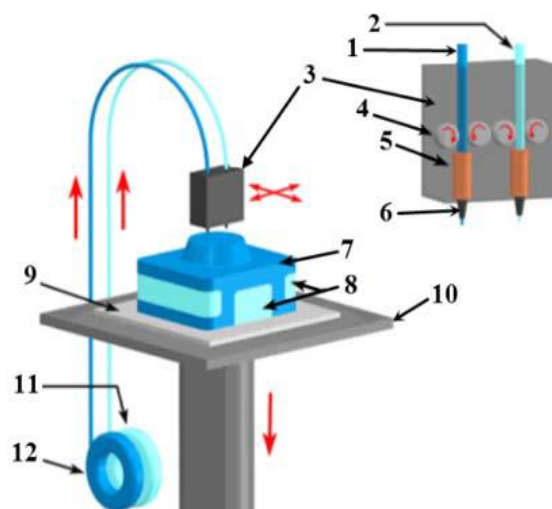
пайдаланады[17]. Термопласттар қысыммен құю және вакуумдық қалыптау сияқты басқа да технологиялық процестерде кеңінен қолданылады[18, 19].

Алайда, SurePrint Servo Technology көмегімен жасалған бөлшектер анизотроптық механикалық қасиеттерге ие[20]. SurePrint Servo Technology бөлшектерінің анизотропты табиғатына байланысты нақты механикалық қасиеттері әдетте сусымалы материалдардың қасиеттерінен айтарлықтай төмен. Термопласттар сонымен қатар әр өңдеу сатысындағы механикалық қасиеттердің нашарлауын көрсетеді. Бұл бір уақытта бастапқы шикізатты қайта пайдалануды шектейді және жобалау кезінде термопласттардың механикалық қасиеттерін болжауды қиындатады.

Материалдарды әдетте жіп түрінде яғни филамент түрінде жеткізіледі, ал кейбір өндірушілер түйіршіктерге арналған резервуардан пластикалық түйіршіктермен толтырылатын жүйелерді пайдаланады. Шүмектен материалдар ағып, қабаттарды қалыптастыруға мүмкіндік беретін балқыту нүктесінен жоғары температурада материалды қыздыру және ұстап тұру үшін кедергі жылытқыштары бар. Пластик шүмектен шыққаннан кейін бірден қатады және келесі қабат түзеді. Қабат аяқталған кезде платформа түсіріледі және сопло келесі қабаттың нольдік нүктесінен басталады.

Қабат қалыңдығы және тік дәлдік шүмектің диаметріне байланысты. Олар ABS-пластик, полиамид, поликарбонат, полиэтилен, полипропилен және балқытылған балауызды қоса алғанда түрлі материалдарды пайдаланады.[3, 4, 5, 6, 14]. Алгоритм әзірленетін SurePrint Servo Technology процесін басқаратын 3D баспа, басып шығаруға дайындала отырып, объектіні жасаудың ең қолайлы нұсқаларына әкелетін барлық факторлар мен қадамдарды жинақтайды және пайдаланушыға жақсы бағдар беруге мүмкіндік береді. Бұл технология объектінің бағдарын және қабаттардың қалыптасуын басқаратын бағдарламалық жасақтаманы пайдаланады.

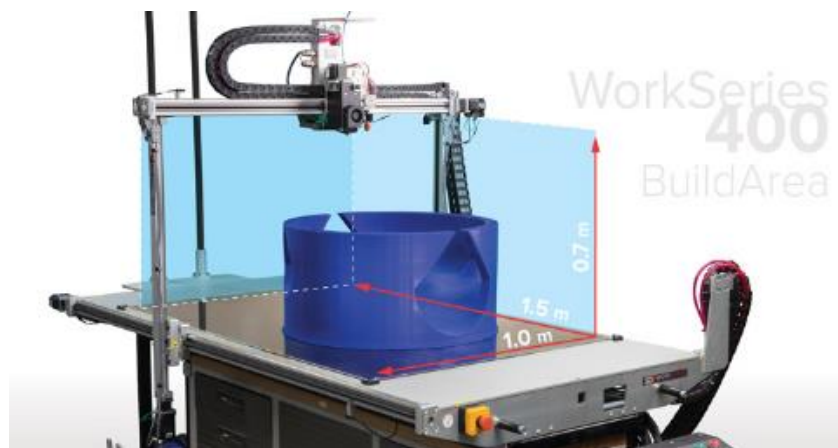
Негізгі материалдан басқа, SurePrint Servo Technology жүйесі жеке шүмектер арқылы өтетін ілгіш және тесіктер үшін тірек ретінде пайдаланылатын қосалқы материалды пайдаланады. SurePrint Servo Technology әдісімен прототиптердің қабаттарын қалыптастыру сұлбасы 2-суретте көрсетілген.



2-сурет- SurePrint Servo технологиясының 2 шүмекті 3D баспасының схемасы

SurePrint Servo технологиясында 1-құрылыс материалын филамент (жіп), 2-тірек материалын филаментті, 3-экструзиялық бастиек, 4-жетек дөңгелектері, 5-сұйылтқыштар, 6-экструзиялық шүмектер, 7-бөлік, 8-тіректердің бөлігі, 9-негізі платформа, 10-құрастыру платформасы, 11-тірек материалының орамасы, 12-құрылыс материалының орамасы.

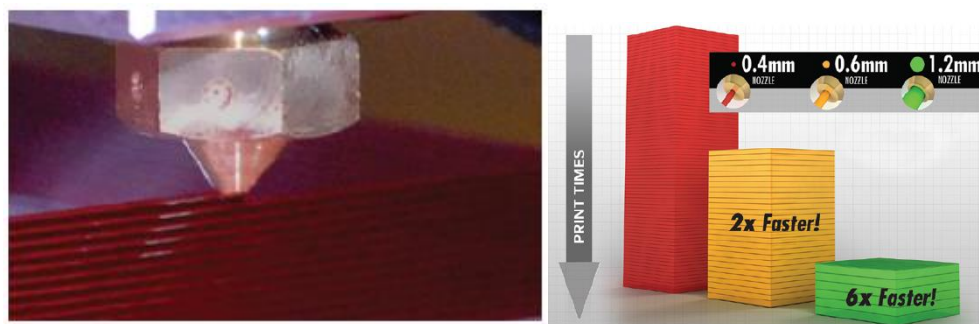
SurePrint Servo технологиясында 3D платформалары үлкен көлемде болып келеді. 1 метр x 1 метр x 0,7 метр құрастыру платформасы, бұл стандарты жұмыс үстеліндегі 3D принтерге қарағанда үлкен болып келеді. Бұл әдеттегі жұмыс үстелі 3D принтерімен салыстырғанда 200 пайызға көп шығармашылық кеңістікті ұсынады және тұтынушылар жинауды қажет ететін бірнеше бөліктерді кішірейту немесе басып шығарудың қажеті жоқ дегенді білдіреді.



3-сурет-SurePrint Servo Technology үлкен форматтағы 3D басыпа

SurePrint Servo технологиясында 85% көбірек мотор моменті жылдам басып шығаруға тең, және тұйық цикл жүйесі басып шығару сапасын жақсартады. Энергия тұтынуды 60-пайызға төмендетеді, яғни бұл 50 пайыз температурасы төмен жұмыс атқарады. SurePrint Servo технологиясы

нарықтағы экструдердің жаңа нұсқаларына қол жеткізу және қабылдау мүмкіндігіне ие. SurePrint Servo технологиясында шүмектің саңылауын өзгерту өте икемді, және шағын диаметрі қабаттың жұқа шешімі үшін қолданады. Жылдам басып шығару және берік бөлшектер үшін үлкен диаметр, үлкен шүмек өлшемі 6 есе жылдам басып шығарады (1,2 мм). Бұл технология жоғары сапалы басып шығаруды қамтамасыз етеді, және 70-100 мм/сек жылдамдықпен басып шығарады.



4-сурет- SurePrint Servo технологиясында шүмектің саңылаулардың өлшемі

3D платформасы ең үлкен идеяларыңызды шындыққа айналдыруға тырысады. Инновацияны шектейтін өнімдер шығару, сондықтан үлкен форматтағы, өнеркәсіптік беріктікке ие 3D принтерлерді шығаруда көшбасшы болып табылады.

2 3D принтерді басып шығару сапасы.

Заманауи 3D принтерлерінің басым көпшілігі тепкіш қозғалтқыштардың бірдей түрін қолданады және ұқсас принципке сәйкес жасалған. Сонымен қатар, олардың шүмектері мен материалды беру ролик жетектері бір-бірінен айтарлықтай ерекшеленбейді. Көптеген 3D принтерлерге арналған бағдарламалық қамтамасыз ету ұқсас және қарапайым Arduino платформасының негізінде жасалады.

Бірнеше жылдан бері SurePrint Servo Technology 3D принтерлерін өндірушілер өз модельдері үшін бағдарламалық жасақтаманы жасамайды, Cura, Repetier Host және т. б. сияқты еркін таратылатын бағдарламалық жасақтаманы таңдайды.

Іс жүзінде кез келген модельде шамамен бірдей сапалы басып шығаруға болады. Және бұл өндіруші көрсеткен дәлдікке емес, 3D принтерді Пайдаланушы басып шығаратын материалдарға, 3D принтерді басқаратын оператордың тәжірибесіне және басып шығару жылдамдығына байланысты.

Артық сызықты рельстер мен бұрандалардың көмегімен дәл басып шығару қатесі азаяды, сәйкесінше пластикті неғұрлым жоғары жылдамдықта қолдануға болады.

Жоғарыда сипатталған мәліметтерге сүйене отырып, SurePrint Servo Technology принтерінің өзіндік құнына қоса, бәсекелестерден нақты не айырмашылығы бар екенін анықтап, қорытынды жасауға болады.

3D принтерлердің негізгі айырмашылықтары:

- Пайдаланылатын материалдар сапасына принтерге қойылатын талаптар;
- Қатты дене немесе рамалық конструкция;
- Жабық типтегі басып шығаруға арналған камераның болуы;
- Экструдердің және қысқыш механизмінің өзегі;
- Неғұрлым қуатты, бірақ ауыр емес экструдер қозғалтқышы;
- Пластиктен жасалған катушканың орналасуы;
- Жылытылатын үстел және желдету жүйесінің болуы.

Маңызды айырмашылықтар:

- Жетек түрі (бұрандалы немесе белбеу);
- Дербес компьютерді офлайн режимінде басып шығару мүмкіндігі;
- Басып шығару аймағының максималды мөлшері.

Елеусіз айырмашылықтар:

- Құрылғының қосымша мүмкіндіктері (wi-fi, камера және т. б. •);
- Пайдалану мерзімі және техникалық қолдау мерзімі;

- Брендті тану және жария ету.

Енді терминдерге тоқталайық - сапасы мен дәлдігі. Біздің жағдайда, осы сапалық қасиеттерін принтердің өзі мен оны басып шығару сапасын анықтауы керек.

Қазіргі заманғы SurePrint Servo Technology 3D принтерлерінің оларды басқалардан ерекшелейтін келесі қасиеттері бар:

- Z осі бойымен қадам биіктігі;
- Позициялаудың өзіндік ерекшелігі;
- Шүмектің диаметрі.

Бұл ерекшеліктер болашақ басып шығару сапасына әсер етуі мүмкін және көбінесе сапамен шатастырылатын оның дәлдігін анықтайды. Бірақ егер сапа жағдайында ауа ағынының әсерін, қоршаған ортаны және 3D принтердің камерасының түрін ескеру қажет болса, онда олар оның дәлдігіне әсер етпейді. Біздің жағдайда принтер берілген өлшемдер мен координаттарға сәйкес келуі керек. Келтірілген белгілердің әрқайсысын толығырақ қарастырайық:

а) Z-осьтік қадам немесе қабаттың биіктігі аз. Заманауи үлгілерде өте қысқа қашықтықта 2,5 мкм болатын платформа орнатылған. Бұл жағдайда қабаттың биіктігі басып шығару кезінде сәл өзгеше болады. Теорияда 2,5 мкм-ге қол жеткізуге болады, бірақ бұл материалдардың физикалық шектеулеріне байланысты жұмыс істемейді, бұл ұқсас мөлшердегі қабатты құруға мүмкіндік бермейді. Экструдер тұтқыр тамшыны сығып алады, сондықтан оны аз мөлшерде жасау мүмкін емес. Көптеген тәжірибелердің нәтижесінде SurePrint Servo Technology принтерлерінде 3D басып шығарудың оңтайлы биіктігі 150-200 микронға тең деп есептелді. Бұл жағдайда тамшы алдыңғы қабатқа жабысып, оны мықтап бекіту үшін жеткілікті көлемге ие;

б) бағдарламада орнатылған координаттарға қатысты 3D принтердің басып шығару механизмінің қозғалысының дұрыстығын анықтай алатын параметр позициялау дәлдігі деп аталады. Сонымен қатар, көптеген модельдердің орналасу ерекшелігі 20-300 микрон диапазонында көрсетілген;

в) нүктенің мөлшері экструдерде орналасқан саптамалық тесіктің диаметріне тікелей байланысты. 3D басып шығару технологиясының инженерлері мен жасаушылары өздерінің тәжірибелері барысында оңтайлы саптаманың диаметрі 400-500 микрон аралығында болуы керек деген қорытындыға келді. Шындығында, сапа сәл жоғарылайды, бірақ жұқа саптамаларда бірқатар кемшіліктер бар:

- Басылған қабаттар сынғыш болады;
- Басып шығару тоқтатылады және саптаманың өзі бітелуге бейім.

Тиісті өндірушілер өз өнімдерін қалаған параметрлерге сәйкес келетін қалыпты саптамамен (400-500 микрон) аяқтауға тырысады. Қаласаңыз, сатып алушы әрдайым кішкене диаметрі бар саптаманы сатып ала алады, оның көмегімен миниатюралық тамшы алынады. 3D принтерлеріне арналған заманауи бағдарламалық қамтамасыз ету саптаманың диаметрін өз бетінше орнатуға мүмкіндік береді.

Қорытындылай келе, 3D принтерде бағалануы керек бірнеше маңызды ойларды бөліп көрсетуге болады:

- SurePrint Servo Technology принтерлері техникалық құжаттардағы мәлімдемеге қарамастан 100 мкм-ден жоғары мәліметтерді жасай алмайды;
- SurePrint Servo Technology принтерлерін таңдағанда, металл жақтау корпусы бар модельдерге тоқталғаныңыз жөн, олар жоғары жылдамдықта басып шығарудың жақсы сапасын көрсете алады;
- Төмен жылдамдықта және жоғары параметрлерде барлық SurePrint Servo Technology 3D принтерлерінің басып шығару сапасы бірдей.

2.1 SurePrint Servo Technology 3D басып шығару процесінің параметрлері мен температуралық аспектілері

Жоғарыда аталған барлық мәліметтер негізінде басып шығару сапасына әсер ететін параметрлерді жинақтап, жүйелеуге болады.

1.Пайдаланылған пластиктің балқу температурасы. Пластмассаның әр түрі үшін балқу температурасы анықталған және егер температура шектегіште дұрыс орнатылмаған болса, бұл модельдің өзіне теріс әсер етеді.

2.Басып шығару аймағындағы температура - бұл басып шығару сапасына әсер ететін маңызды параметр. Ашық типті 3D принтерлерде бұл модельді басып шығаруға үлкен әсер етеді, өйткені басып шығару аймағына желдің екпіні, жақын жерде орнатылған кондиционер, ыстық мезгілде бөлмені салқындату және басып шығару аймағында температураның біркелкілігіне әсер ететін басқа да бұзушылықтар сияқты бақыланбайтын бұзылулар әсер етеді.

3.Егер белбеулердің x немесе y осьтері бойынша керілуі ұсынылған белбеулерді қанағаттандырмаса, онда бұл баспа сапасына қатты әсер етеді, өйткені белдіктің керілуі жеткіліксіз созылу кезінде немесе белдіктің керілуі кезінде адымдық қозғалтқыштың дұрыс жұмысына әсер ететін артық кернеулер пайда болады. Бағыттауыштар дұрыс емес көлденең болғанда бірінші қабатты басып шығару кезінде проблемалар басталады.

4.Пленканы платформаға жабыстыру. Бұл мәселе өте жиі туындайды және қолданылатын пластиктің құрамы мен сипаттамаларына тікелей байланысты. Бұл мәселені шешуге арналған, платформаны PVA желімімен майлаудан боросиликатты субстратты қолдануға дейін көптеген ұсыныстар бар.

5.Шектегіш параметрлері. Бұл принтердің басып шығару сапасына әсер ететін негізгі параметрлердің бірі, әр принтер үшін жеке параметрлерді таңдау қажет. Әрине, Интернетте осы тақырып бойынша көптеген мақалалар мен ұсыныстар бар, бірақ көп жағдайда оңтайлы параметрлерді таңдау сынақ және қателік болып табылады. Орнату кезінде сіз 3D принтерінің көптеген факторлары мен сипаттамаларын ескеруіңіз керек.

Басып шығару сапасына әсер ететін параметрлер 1-парақтың графикалық бөлігінде көрсетілген. Бізді температураның проблемаларына тікелей немесе жанама түрде байланысты параметрлер қызықтырады. Арнайы материалдар әдетте мамандандырылған функцияларды орындайтын нақты платформалар үшін жасалады. Бүгінгі күні 3D пластиктің көптеген түрлері бар. Олардың әрқайсысы әртүрлі қасиеттерге ие және олармен жұмыс жасаудың сипаттамасы мен көзқарасы әр түрлі болады. «Температура» деп аталатын проблема - бұл 3D басып шығарумен айналысатындардың бәрі кездесетін мәселелердің бірі.

Мысалы, ABS пластикасы параметрлері бойынша PLA-ға қарағанда ыстықырақ. ABS пластиктің балқу температурасы -210°C - 260°C , ал PLA температурасы -190°C - 220°C шамасында төмен. Бірақ маңызды айырмашылық бар, ABS пластмассасы жұмыс камерасындағы ауа температурасының тұрақтылығына және басып шығару процесінде болатын беттің температурасына байланысты талап етіледі. Сондықтан, ABS пластиктен жасалған бөлшектер үшін жұмыс үстелін 110°C дейін қыздыру керек, әйтпесе басылған бөліктің жиектері үстелден түсіп кетуі мүмкін, содан кейін бүкіл бөлік жыртылып кетуі мүмкін.

Өз кезегінде, PLA пластикасы жұмыс үстелін жылытуды және жұмыс камерасының ауа температурасының шамалы өзгеруін қажет етпейді. Бірақ 3D принтерлердің көптеген қолданушылары модельді үстелге жақсырақ жабыстыру үшін платформаны қыздырып, пластиктің осы түрін қолданады. Сіз кездейсоқ «температура» проблемалары 3D принтерінің әр пайдаланушысы төменде сипатталған.

3 Бірінші қабатты тазарту.

3D моделінің негізі көтеріліп, платформаға жабыспайды. Бұл проблема сонымен қатар 3D моделінің жоғарғы қабаттарында көлденең жарықтар тудыруы мүмкін. Төменгі қабаттардың деформациясы пластиктің сипаттамаларына байланысты. ABS және PLA пластиктері өте тез салқындатылады, бұл бірінші қабаттың жабысып қалуына әкелуі мүмкін.

Мүмкін болатын шешімдер:

- Платформаны жылыту. Бұл мәселенің қарапайым шешімі - жылытылатын платформаны пайдалану және температураны пластик балқу температурасынан дәл орнату;
- Платформаны калибрлеу. Платформаны дұрыс емес мөлшерлеу бірінші қабаттың басып шығару сапасына да әсер етуі мүмкін;
- 3D моделі мен платформа арасындағы байланыстың артуы. Көбінесе бұл мәселе модель мен субстраттың жеткіліксіз тығыз байланысына байланысты туындайды;
- Желдеткіш параметрі. Әдетте, желдеткіштер басып шығарылған биіктігі 0,5 миллиметрге жеткен кезде толық қуатқа ауысуы керек, бірақ қабаттардың табиғи салқындауы үшін сіз биіктігін 0,75 миллиметрге дейін арттыра аласыз.



5-сурет - Бірінші қабатты тазарту

Бірінші қабаттың есебі:

Модельдің негізі сәл бейтарап. Әдетте, модельдің негізі төменгі қабаттарда салқындауға әлі үлгермеген кезде бірінші қабатқа басатын басып шығарудың салмағына байланысты жылжиды. Көбінесе қыздырылған платформалық принтерлерде болады.

Мүмкін болатын шешімдер:

Шамадан тыс салқындау. Бірінші қабаттың жылжу проблемасынан құтылу үшін, басып шығарылған модельдер бүкіл модельдің салмағын ұстап

тұру үшін жеткілікті салқын болуы тиіс. Шамадан тыс салқындау бірінші қабаттың деформациясына әкелуі мүмкін. Балансты табу өте қиын. Оңтайлы температураға платформа үшін 5 градусқа (бірақ ұсынылған температурадан 20 градустан артық емес) дәйекті ее төмендеуімен қол жеткізуге болады.



6-сурет-Бірінші қабаттың ығысуы

3.1. Биік нысандардағы жарықтар.

Модельдің бүйірлеріндегі жарықтар, көбінесе жоғары модельдерде. Мәселе күтпеген жерден пайда болуы мүмкін және көбінесе үлкен принтерлерде пайда болады, әсіресе егер сіз олардың жұмысын қадағаламасаңыз. Үстіңгі қабаттарда материал тезірек салқындатылады, өйткені платформадан шыққан жылу қажетті биіктікке жетпейді. Осыған байланысты жоғарғы қабаттардың адгезиясы төмен болады.



7-сурет - Биік нысандардағы жарықтар

Мүмкін болатын шешімдер:

- Экструдер температурасы. Экструдердің температурасын жоғарылату бұл мәселені шеше алады, оны 5-10 ° C көтерген дұрыс;
- Желдеткіштің бағыты мен жылдамдығы. Желдеткіштерді тексеру керек, олар бағытталған модель. Егер бағыт дұрыс болса, олардың айналу жылдамдығын азайтыңыз.

Жоғарғы қабаттағы тесік

Тесік және тесік үстіңгі бетінің басып шығару. Бұл проблеманың ең көп тараған екі себебі-жоғарғы қабатты дұрыс салқындату және қалың жоғарғы қабат жеткіліксіз.

Мүмкін болатын шешімдер:

- Желдеткіштің орналасқан жерін тексеру. Салқындату бұл проблеманы тудыруы мүмкін, сондықтан алдымен желдеткіш сынағы өтуі керек. Принтер басып шығаруды бастағанда, желдеткіштер минималды жылдамдыққа орнатылады немесе мүлдем өшіріледі. Бірінші қабатты басып шығарғаннан кейін желдеткіштер жұмыс істей бастайды. Бірінші қадам - олардың жұмыс істей бастайтынын және басып шығару аяқталғаннан кейін жұмыс істейтіндігін тексеру.

Егер бәрі жақсы болса, желдеткіштің бағыты дұрыс орнатылғанына көз жеткізу керек - олар үлгіні үрлеу керек;

- Желдеткіштің жылдамдығын G-Codeде орнату. Салқындатудың тағы бір проблемасы жоғарғы қабатты басып шығару кезінде пластиктің шамадан тыс мөлшерімен байланысты. Ол қазірдің өзінде басып шығарылған тіреу элементтерінің арасында қалмас үшін тез салқындауы керек. Үрлеу жылдамдығын G-Code көмегімен реттеуге болады (әдетте, желдеткіштің G-коды M106 және M107 желдеткішті өшіреді). Сонымен қатар желдеткіштің жылдамдығын жоғарғы қабаттарға орнатыңыз.

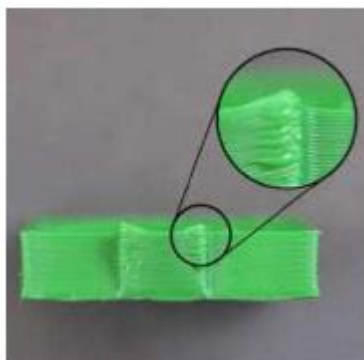


8-сурет - Жоғарғы қабаттағы тесіктер

3D үлгісіндегі сызу

Бөліктің бұрыштарындағы жұқа қабырғалардың қатты қызып кетуінің салдары қарапайым түзу сызықты басып шығарғаннан гөрі принтердің

саптамасының бұрышын басып шығару үшін бөліктің сол жеріне басып шығару үшін біраз уақыт кететіндігіне байланысты. Осыған байланысты, 3D принтерінің саптамасы қайта-қайта бөліктің бір бөлігін қыздырады, нәтижесінде жылу деформациясы пайда болады.



9-сурет - Қызып кетудің салдарынан 3D моделінің деформациясы

Мүмкін болатын шешімдер:

Басып шығару жылдамдығын арттыру. Бірақ үйлену ықтималдығы бар, дәл басып шығару жылдамдығымен байланысты;

Экструдердің температурасын төмендетіңіз, бірақ содан кейін жіп қалың болып, экструзия пайда болуы мүмкін: 3D үлгіні қосымша соққыны қолданылады.

Бұл SurePrint Servo Technology технологиясынмен үлкен көлемдегі бұйымдарды басу кезінде жиі қолданылады. Жаңа серверлер алдыңғы қатарлы мехатроника және жетілдірілген қозғалтқышпен басқарылады, бұл бұрын-соңды қарағанда тезірек жоғары дәлдікті және егжей-тегжейлі 3D баспа бөлшектерін өндіруге мүмкіндік береді. Олардың жаңа SurePrint Servo Technology ұсынатын әсерлі детализация мен жылдамдық деңгейін жақсартады.

Қозғалтқыштар стандартты қадамдық қозғалтқыштармен салыстырғанда 85% - ға дейін айналатын сәтке дейін генерациялайды, бұл басып шығару процесі кезінде жылдам жеделдету мен баяулауды қамтамасыз етеді және басып шығару уақытын екі есе қысқартады. Жаңа қозғалтқыштар сондай-ақ стандартты қадамдық қозғалтқыштарға қарағанда энергияны 67% - ға аз тұтынады және 50% - ға аз жылуды шығарады, бұл принтердің қызмет ету мерзімін ұзартады және барлық қозғалыс жүйесінің сенімділігін арттырады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыс барысында барлық қойылған мақсаттарға және талаптарға толық қол жеткізілді.

Бірінші кезекте Аддитивті өндірісті, толық шолу жасалынды. Материалды экструзия (Material Extrusion) әдісін жіктеп оның ішіндегі SurePrint Servo Technology технологиясының жұмыс жасау құрлысын зеттедік. Сонымен қатар 3D принтерде басып шыққан бұйымның сапасын толық қанды зерттедік. Атап айтқанда бірінші қабатты тазарту, бірінші қабаттың ығысуын, биік нысандардағы жарықтар, жоғарғы қабаттағы тесіктерін, қызып кетудің салдарынан 3D моделінің деформациясын анықтап, сабаптерін таптық.

SurePrint Servo Technology технологиясында жаңа қозғалтқыштарды сондай-ақ стандартты қадамдық қозғалтқыштарға қарағанда энергияны 67% - ға аз тұтынады және 50% - ға аз жылуды шығарады, бұл принтердің қызмет ету мерзімін ұзартады және барлық қозғалыс жүйесінің сенімділігін арттырады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 ASTM International Designation: F2792- 12A; Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies, DOI: 10.1520/F2792- 12A
- 2 I. Gibson et al., Additive Manufacturing Technologies, Springer Science+Business, Media New York 2015, DOI 10.1007/978-1-4939-2113- 3_2
- 3 Wohlers Report 2014: 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry Annual Worldwide Progress Report, Wohlers Associates, INC. Colorado 80525 USA
- 4 Quadrennial Technology Review 2015, Chapter 6: Innovating Clean Energy Technologies in Advanced Manufacturing, Additive Manufacturing. Available at: <http://energy.gov/sites/prod/files/2015/11/f27/QTR2> 015-6A-Additive%20Manufacturing.pdf
- 5 EOS: Global Presence, Additive Manufacturing Meets Industrial production – a Paradigm Shift, Available at: http://www.aita3d.it/wp-content/uploads/dlm_uploads/2015/03/Convegno-29-gennaio_EOS.pdf
- 6 I. Gibson, D.W. Rosen, B. Stucker, Additive Manufacturing Technologies (Rapid Prototyping and Direct Digital Manufacturing), Chapter 2.6, page 228, Springer Science + Business Media, LLC, New York USA, 2010, DOI 10.1007/978-1-4419-1120-9
- 7 F. W. Liou, Rapid Prototyping and Engineering Applications (A Toolbox for Prototype Development), Chapter 6. Rapid Prototyping Processes: Liquid-Based, Solid Based, Powder Based; page: 215-, CRC Press, Taylor & Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway, USA 2008. Milan Šljivić, et al., Additive manufacturing of functional parts based on material extrusion technology Contemporary Materials, VII–2 (2016) Page 184 of 184
- 8 M. Despeisse, S. Ford, The Role of Additive Manufacturing in Improving Resource Efficiency and Sustainability, Institute for Manufacturing, University of Cambridge, UK, ISSN 2058-8887, No.3, June 2015
- 9 T. Himmer, E. Stiles, A. Techel, E. Beyer, PCProa novel technology for Rapid Prototyping and Rapid Manufacturing, Fraunhofer IWS, Dresden, Germany, <http://www.ccl.fraunhofer.org>
- 10 A. Talić–Čikmiš, A. Durmić, M. Sljivic, M. Stanojevic, The process of developing conceptual design of a product using rapid prototyping technology, 18th International Research/Expert Conference,TMT 2014, Budapest, Hungary 10-12 September, 2014
- 11 I. Gibson, D.W. Rosen, and B. Stucker, Additive Manufacturing Technologies, DOI 10.1007/978-1-4419-1120-9_2, Springer Science+Business Media, LLC 2010
- 12 E. Grenda, Printing the future, The 3d Printing And Rapid Prototyping Source Book, Third Edition,Castle Island Co. Arlington, MA 02474 U.S.A. <http://home.att.net/~castleisland/>
- 13 E. Bassoli, A. Gatto, L. Iuliano, M. Grazia Violante, 3D printing technique applied to rapid casting, Rapid Prototyping Journal, Vol. 155 <http://dx.doi.org/10.1108/13552540710750898>.

- 14 N. Grujović, J. Borota, M. Šljivić, D. Divac, V. Ranković, Art and design optimized 3D Printing, 34th International Conference on Production Engineering, Niš, 2011
- 15 Pham, Duc, and Stefan S. Dimov, Rapid manufacturing: the technologies and applications of rapid prototyping and rapid tooling, Springer Science & BusinessMedia, 2012
- 16 C. C. Kai, C. T. Howe, E. K. Hoe, Integrating rapid prototyping and tooling with vacuum casting for connectors, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology,
- 17 D. J. Dippenaar, K. Schreve, 3D printed tooling for vacuum-assisted resin transfer moulding, The International Journal of Advanced ManufacturingTechnology, 2012, DOI: 10.1007/s00170-012-4034-2
- 18 R. Singh, Mathematical modelling of dimensional accuracy in vacuum assisted casting, Journal: Virtual and Physical Prototyping, (2012), DOI: 10.1080/17452759.2012.668699