

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

Орынбасар Төлеген Ералыұлы

«Бұйым жасау кезінде Big Area Additive Manufacturing аддитивті
технологиясын қолдануды зерттеу»

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B071200 – Машина жасау

Алматы 2021

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.

« _____ » 2021 ж.



Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Бұйым жасау кезінде Big Area Additive Manufacturing аддитивті технологиясын қолдануды зерттеу»

5B071200 – Машина жасау

Орындаған

Орынбасар Төлеген Ералыұлы

Ғылыми жетекші,

PhD д-ф. қауым. профессор

Арымбеков Б.С.

« _____ » 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Өнеркәсіптік инженерия кафедрасы

5B071200 – Машина жасау

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

PhD д-р, қауым, профессор

Арымбеков Б.С.

«__» _____ 2021 ж.



Дипломдық жоба орындауға ТАПСЫРМА

Білім алушы Орынбасар Төлеген Ералыұлы

Тақырыбы *«Бұйым жасау кезінде Big Area Additive Manufacturing additivті технологиясын қолдануды зерттеу»*

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

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

Дипломдық жобаның бастапқы берістері *бұйым жасау кезінде 3D Printing технологиясын қолдануды зерттеу*

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі

- а) 3D технологиясындағы принтерлер
- б) 3D басып шығару және баспадан кейінгі өңдеу
- в) Additivті өндіріс жүйелерінің үздік өндірушілері
- г) Революциялық артықшылықтар

Ұсынылған негізгі әдебиет: 7 атау

Дипломдық жобаны дайындау КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәліметтер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе. Аддитивті технологияны зерттеу		
3D принтер технологиясын зерттеу		
Үлкен көлемді аддитивті технологиясын қолдану		
Басқа технологиялардан айырмашылығы		

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	Арымбеков Б.С.		

Ғылыми жетекші



Арымбеков Б.С.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Орынбасар Т.Е.

Күні

«__» _____ 2021 ж.

АНДАТПА

Берілген дипломдық жобада бұйым жасау кезінде Big Area Additive Manufacturing аддитивті технологиясын қолдануды зерттеу қарастырылды.

Алынған мәліметтерге сай Аддитивті технологиясына жалпы шолу жасалынды және де 3D технологиясын зерттедік.

Аддитивті технологияның қазіргі уақытқа дейін адамның жұмысын қаншалықты жеңілдеткенін, дамығанын, өндірістерде көптеп қолданылып келе жатқанын және де бөлшектерді дайындау барысындағы басты ролдері жайлы айтылды.

3D технологиясының әлемдік экономикада орны қаншалықты маңызды екені, және де қалдыққа үнемдеудің артықшылықтарын зерттедік.

Дипломдық жобада пайдаланылған әдебиеттер саны – 7, түсіндірмелік жазба 17 беттен тұрады.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте подробно рассмотрено применение аддитивной технологии Big Area Additive Manufacturing при изготовлении изделия.

По полученным данным был проведен общий обзор аддитивной технологии и изучены 3D технологии.

Было рассказано о том, насколько развита аддитивная технология до настоящего времени и насколько облегчил работу человека, во многом используется в производствах, а также о главных ролях в процессе изготовления деталей.

Насколько важна роль 3D-технологий в мировой экономике и в преимущества экономии без лишних трат.

Количество использованной литературы в дипломном проекте-7, пояснительная записка состоит из 17 страницы.

ANNOTATION

In this thesis project, the application of the additive technology Big Area Additive Manufacturing in the manufacture of the product.

Based on the obtained data, a general review of additive technology was conducted and 3D technologies were studied.

It was told about how advanced additive technology is to date and how much it has facilitated the work of a person, is largely used in production, as well as about the main roles in the process of manufacturing parts.

How important is the role of 3D technology in the global economy and in the benefits of cost savings.

The number of references used in the thesis project is 7, the explanatory note consists of 17 pages.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
Аdditивті технологиялар	9
Аdditивті технологияны қолдану	9
Аdditивті автомобиль өндірісі	10
Технологияның даму жолындағы кедергілер	11
3D принтерлер түрлері	12
Үлкен көлемді аддитивті технология	14
Экструдер	16
Экструзия мәселесі	17
Полимерлі экструзия	18
PID бақылауы	21
Экструдердің динамикасын модельдеу	23
Қорытынды	24
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	25

КІРІСПЕ

Аддитивті технологиялар – объектілерді қабаттастыру және синтездеу технологиясы. Бұл технологияны 3D басып шығару деп те атайды. 3D басып шығару – Материалды (платформа немесе дайындама) негізге қосу арқылы өнімді кезең-кезеңімен қалыптастыруға негізделген бұйымдар мен тәжірибелік үлгілерді өндірудің технологиялық әдістерінде кеңінен қолданылады.

Үлкен аумақтық қоспалар өндірісі (ВААМ) - бұл автомобильдер мен үйлер масштабында құрылымдар жасау үшін қолдануға болатын ауқымды 3D басып шығару. 3D басып шығаруды ВААМ өлшеміне көтеру жіптен түйіршікті жемге ауысу арқылы дәстүрлі тұндыруды модельдеудің түбегейлі өзгеруін білдірді. Бұл қадамдық қозғалтқыш экструдерінен сервоприводты бұрандалы экструдерге ауысуды білдірді. Жүйенің өнімділігін арттыру арқылы бұл жаңа экструдер жалпы күрделілікті арттырады. Жүйені тиімді басқару ВААМ-дің жетістігі үшін маңызды, бұл жылдамдық пен масштабта тиімді масштабтауға мүмкіндік береді. Егер экструдерді тез және дәл басқаруға болатын болса, онда бөлікті дәл өлшемдермен басып шығаруға болады. Бұл мақалада бір бұрандалы, аймақты басқаратын полимерлі экструдерді басқаруға баса назар аударылады. Экструзия кезінде шпиндельдің үдеуін де, тежелуін де қалыптастыру үшін кеңістікті басқарудың мемлекеттік әдістері қолданылады, осылайша айнымалы жылдамдықта дәйекті моншақ жасалуы мүмкін.

Аддитивті технологиялар

Аддитивті технологиялар – объектілерді қабаттастыру және синтездеу технологиясы. Бұл технологияны 3Д басып шығару деп те атайды. 3Д басып шығару – Материалды (платформа немесе дайындама) негізге қосу арқылы өнімді кезең-кезеңімен қалыптастыруға негізделген бұйымдар мен тәжірибелік үлгілерді өндірудің технологиялық әдістерінде кеңінен қолданылады.

1980 жылдардың басында бұйымдарды жасаудың жаңа әдістері қарқынды түрде дами бастады, бірақ олар басқа технологиялар сияқты материалды механикалық өндіру арқылы кесіп алуға емес, бұйымды 3Д модель ретінде қабаттастырып дайындау арқылы еді. Дайындаманы пластика, керамика, металл ұнтақтарының термиялық, диффузиялық немесе желімдеу әдісімен байланысу негізінде жасайды. Батыста бұл технологиялар тобы аддитивті өндіріс деген атқа ие болды. 3 онжылдық көлемінде технология жаңа деңгейге қағаз және пластикалық прототиптер жасаудан, тікелей дайын функциональды өнім алуға ауысты. Қазіргі таңда технология металлдық немесе металлдық емес өнімдерді механикалық өндеуді керек етпейді.

Аддитивті технологиялар электрондық есептеу техникасымен баңдарламалық жасақтаманың жылдам дамуының арқасында айтарлықтай дами түсті. Аддитивті өндірістің қазіргі нарық мөлшері 1,3 млрд долларға жетті.

Аддитивті технологияларды қолданудың ішінде аэроғарыш өнеркәсібі, автомобиль және машина жасау, әскери-өнеркәсіп кешені, медицинадағы протездеу сияқты қысқа мерзімді, үлкен дәлдікті талап ететін салаларда функционалды өнім өндірісі үлкен сұранысқа ие.

Аддитивті технологияны қолдану

2016 жылға жедел прототиптеу АП процестерінің басым қолданылуы болып қала береді. АП технологиясының кейбір қосымшалары құрал-саймандар жабдықтарын, атап айтқанда қалыптарды жасауды жылдам өндіруде. Қолданыстағы жетілдіріліп, жаңа, жетілдірілг АП-технологиялар дамыған сайын олар өздері үшін кеңінен қолданыла бастайды. 2016 жылға қарай бұл технологиялар әртүрлі өнімдерді, соның ішінде қалыптау құралдары, аэроғарыштық, қорғаныс және автомобиль бөлшектері, электроника және басқаларын өндіруде қолданылады.

Аэроғарыш өнеркәсібі

Бұл өріс пайда болғаннан бастап аддитивті технологияларға деген қызығушылықты арттырды. Дизайннан өндіріске дейінгі жолдағы көптеген шектеулерді жою мүмкіндігі жобада шешімді іске асыруға, тиімділікті арттыруға және бөлшектердің салмағын азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл нарық өзінің табиғаты бойынша сапалы бөлшектерді аз мөлшерде өндіруді қажет етеді, сондықтан аддитивті технология ұсынған инструменталды жабдықты жою айтарлықтай пайда әкеледі. Осы саладағы

сертификатталған талаптар өте қатал. Осыған қарамастан бірқатар жүйелер мен материалдар сертификатталған, ал 2016 жылы ұшақтардың бөлшектерін шағын көлемде өндіру үшін аддитивті технологиялары қолданылады.

General Electric (GE) жаңа LEAP турбовинті үшін отын инжекторларын DMLS кобальт хромды ұнтақ процесін қолдана отырып жаппай өндіруге ниетті екенін мәлімдеді. GE жылына кем дегенде 25000 инжектор шығара алатындығын атап өтті (бір қозғалтқышқа 19 инжектор қажет). Локхид Мартин, Боинг және Сименс сияқты осы саладағы басқа компаниялар да Медиа Апостолдың мүмкіндіктерін мұқият тексеріп, Boeing компаниясы қазірдің өзінде компанияның әскери және азаматтық авиациясында қолданылатын 20 000-нан астам бөлшектер шығарды деп мәлімдеді. ... Оған SLS процесіне сәйкес термопластиктен жасалған компоненттер кіреді. Кейбір бөліктердегі немесе тапсырмалардағы жұмыстағы елеулі жетістіктер ғарыш индустриясында АТ қолдану салдарынан шығындардың төмендеуін зерттеумен көрінеді. Мысалы, АҚШ-тың Аннистон қаласындағы әскери қоймадағы турбиналық қалақтарды қалпына келтіру үшін LENS процесін қолдану нәтижесінде бір бөлік үшін 6297 АҚШ доллары үнемделеді, нәтижесінде жылдық үнемдеу 1 444 416 АҚШ долларын құрайды. Осыған ұқсас, есептеулер көрсеткендей, AV8B қозғалтқышындағы жүздердің ұштарын Ti-6Al-4V титан қорытпасынан қалпына келтіру жылына \$ 715,000 үнемдейді. Әдебиеттерде ұшақтардың бөлшектеріне шығындарды үнемдеу туралы көптеген басқа есептер бар, оның ішінде авиакомпания үшін салондағы металл бекіткіштердің салмағын 50-80% азайту арқылы авиакомпанияның болжамды үнемдеуі 2,5 млн. АҚШ долларын құрайды.

Автокөлік өнеркәсібі

Аддитивті технологиялардың салыстырмалы түрде жоғары құны мен төмен өнімділігіне байланысты оларды автомобиль өнеркәсібінде қолдану негізінен мотоспортпен байланысты. Көлемді өндіріс пен жаппай көліктерге қойылатын сапа талаптары аддитивті технологияларды, ең алдымен, прототиптеу мен құрал-сайман жасау кезінде қолдануға итермелеп, компанияларға даму мен өндіріс циклдарын азайтуға көмектеседі. Daimler AG компаниясының (Штутгарт, Германия) тәжірибесі, ол Concept Laser және Fraunhofer Лазерлік Технологиялар Институтымен бірлесіп, үлкен функционалды металл бөлшектерін шығаруда қолданылатын қымбат және ұзақ уақытты салқындату мен құм құю процестерін алмастырды. АТ процесі. бұл бөлшектердің геометриясын оңтайландыруға және салмақтың төмендеуіне қол жеткізуге мүмкіндік берді, бұл автомобиль өнеркәсібінде АТ қолданудың жақсы мысалы бола алады.

Local Motors компаниясы автомобиль индустриясында аддитивті технологияларды қолданудың болашақ перспективаларын көрсетті, ол 3D басып шығаруды қолдана отырып, алғашқы жол жүруге жарамды автокөлік - «Страти» деп аталатын екі орынды электромобиль шығарды.

Медицинадағы 3D басып шығару

Басқа 3D-басып шығарылған импланттардың сатылымы 19,1% құрады. Эндопротездеу (13,2%) үшінші танымал категорияға айналды. Медицинадағы аддитивті технологияның бөліктері: есту протездері (8,7%), хирургиялық құралдар (8,3%), медициналық бөлшектер (6,3%), дәрі-дәрмектер (4,3%) және мата өсіру технологиялары (2,3%).

Технологияның даму жолындағы кедергілер

АТ-ны кеңінен қолдануға кедергі болатын экономикалық кедергілер:

- материал қасиеттері (бөліктер көбінесе анизотропты қасиетке ие, бұл АТ процестерінің қабаттасуымен байланысты; АТ үшін материалды таңдау өте шектеулі);
- бөлшектердің дәлдігі мен беттік сапасының дәлдігі (АТ-процестердің барлығы дерлік қосылыстарда, біліктердің орындықтарында және т.б. өңдеуді қажет етеді);
- өндіріс жылдамдығы (шағын партия өндірісімен шектеледі);
- жоғары капиталды салымдар;
- материалдар мен техникалық қызмет көрсетудің жоғары құны (АТ процестері материалдардың арнайы форматтарын қажет етеді, олар дәстүрліге карағанда 100-200 есе қымбат болуы мүмкін (парақтар, профильдер және т.б.);
- АТ жабдықтары әлі жетілмеген);
- әртүрлі қондырғыларда жасалған «бірдей» бөлшектердің геометриясы мен қасиеттерінің айырмашылығы;
- зерттеушілер мен технологтарға өңдеу шарттарын өзгертуге мүмкіндік бермейтін көптеген АТ қондырғыларының жабық архитектурасы.

Зерттеу бағыттары

2016 жылдан бастап қолданыстағы өнеркәсіптік автоматтандырылған жобалау жүйелері мыңдаған әртүрлі пішіндерден тұратын және / немесе градиент материалдарынан тұратын күрделі құрылымдық бөліктерді (торлар немесе ұяшықтар сияқты) модельдеуге нашар сәйкес келеді. Бұл жағдайларда қолданылатын параметрлеу технологияларының ерекшеліктеріне байланысты, әдетте олар жүздеген мегабайт немесе тіпті гигабайт жедел жады алып, САД жүйелерімен баяу жұмыс істейді. Бұл модельдеу үшін қолданыстағы АЖЖ композициялық, градиентті және биологиялық материалдарды пайдалануды айтарлықтай шектейді; сондықтан мұндай мәселелерді шешу үшін АЖЖ жүйесін құру қажет.

Компьютерлік жобалау тапсырмаларын оңтайлы пайдалану үшін АТ жүйелері өнімнің механикалық қасиеттеріне, атап айтқанда материалдардың геометриясына және / немесе үлестірілуіне қойылатын талаптарды өзгерте алуы

керек - бұл процесс интеграциясын қажет ететін тапсырма – автоматтандырылған жобалау жүйелері мен өндірісіндегі құрылым-меншік қатынастары (CAD / CAE / CAM). Бұл, өз кезегінде, көп деңгейлі модельдеу, кері инженерия және оңтайландыру үшін сәйкес есептеу әдістерін әзірлеуді талап етеді.

Дамудың тағы бір бағыты - CAD / CAE / CAM жүйесіне басқарудың автоматтандырылған әдістерін біріктіру, бұл жұмыс барысында мүмкін болған жағдайда, өнімдерді өндіріс процесі кезінде өндіріс орнында талдау мәселелерінде көмектесе алады. АТ орнату. тиісті датчиктерді орнатыңыз. Өнімнің номиналды дизайн сипаттамаларын (геометрия және материал құрамы) нақты өндіріс процесінде сандық салыстыру бақылау кері байланысын құрудың қосымша мүмкіндіктерін ашуы мүмкін.

Зерттеудің маңызды бағыттарының бірі әр АТ процесінің физикалық негіздерін неғұрлым толық және іргелі түсінуге қол жеткізу қажеттілігімен байланысты. Атап айтқанда, шешілетін мәселелердің бірі - әртүрлі энергия көздерінің материалдармен өзара әрекеттесуінің бөліктерін тереңірек түсіну. Аддитивті технологияның бірнеше түрлері бар. Оларға төмендегілер жатады:

Таңдамалы лазерлік балқыту (SLM) - лазерді қолданып, қабаттасып қоспа жасау технологиясы. Бүгінгі таңда SLM әдісі қоспаларды өндіру әдістері арасында ең жылдам дамып келе жатқан технология болып табылады. Дегенмен, технологияның өнімділігі қазіргі заманғы индустрияның қажеттіліктері үшін одан әрі кең қолдануды шектейді. Технологияға деген жоғары сұраныс дайын өнімнің қол жеткізілетін сапасына байланысты: талап етілетін кедір-бұдырлық, өнімнің критикалық элементтерінің атқарушы өлшемдерінің дәлдігі, бұйым пішінінің конструкциясы мен технологиялық элементтерін жасаудың минималды қалыңдығы, бұған лазерлік дақтың кішігірім радиусы кепілдік бере алады (20 мкмге дейін).

Лазерлік стереолитография (SLA) - объект лазерлік сәулеленудің әсерінен қатып қалатын арнайы сұйық фотополимерден пайда болады (немесе сынап лампаларының сәулеленуі). Бұл жағдайда лазерлік сәулелену бетіндегі дамыған объектінің ағымдағы қабатын құрайды, содан кейін лазер келесі қабатты құрай бастауы үшін объект бір қабаттың қалыңдығына дейін фотополимерге батырылады. Сондай-ақ, бұл технологияның вариациясы бар - SLA-DLP, онда лазердің орнына DLP проекторы қолданылады (бұл жағдайда барлық қабат бірден пайда болады, бұл басып шығару процесін жылдамдатуға мүмкіндік береді).

Селективті лазерлік агломерация (SLS, сонымен қатар тікелей металды лазерлік агломерация, DMLS) - объект лазерлік сәулеленудің әсерінен балқитын ұнтақ материалдан (пластмасса, металл) пайда болады. Ұнтақты материал платформаға жіңішке біркелкі қабатпен жағылады, содан кейін лазерлік сәулелену бетіндегі дамыған объектінің ағымдағы қабатын құрайды. Содан кейін платформа бір қабаттың қалыңдығына дейін түсіріліп, оған ұнтақты материал қайтадан жағылады. Бұл технология қуыстарды ұнтақпен толтырғандықтан, «ауада ілулі» дамыған нысан элементтерінің тірек

құрылымдарын қажет етпейді. Агломерацияға қажетті энергияны азайту үшін жұмыс камерасының температурасы жұмыс материалының балқу температурасынан сәл төмен деңгейде сақталады және тотығудың алдын алу үшін процесс оттексіз ортада жүреді.

Электронды сәулені балқыту (EBM) - бұл SLS / DMLS-ге ұқсас технология, тек бұл жерде объект металл вакуумда электронды сәулемен металл ұнтағын балқыту арқылы пайда болады, Sciaky's EBAM технологиясын қолдана отырып, отқа төзімді металл бөлшектерін үлкен көлемде 3D басып шығару.

Балқытылған тұндыруды модельдеу (FDM) - объект балқитын жіптің балқитын жұмыс материалынан (пластмасса, металл, балауыз) қабаттасуынан пайда болады. Жұмыс материалы экструзия басына түседі, ол балқытылған материалдың жіңішке жіпін салқындатылған платформаға шығарады, осылайша дамыған объектінің ағымдағы қабатын құрайды. Содан кейін платформа келесі қабат қолданылуы үшін бір қабаттың қалыңдығына түсіріледі. Бұл технологияға көбінесе екі жұмысшы бастар қатысады - бірі жұмыс материалын платформаға қысады, екіншісі - тірек материалы.

Көп реактивті модельдеу (MJM) - FDM-ге ұқсас, тек экструзия орнына сиялы басып шығару қолданылады.

Ламинаттауды қолданумен объектілерді дайындау (ламинатталған объектілерді жасау, LOM) - объект сәйкес материалды лазерлік сәуле немесе кескіш құралды қолдану арқылы жұмыс материалының жұқа қабықшаларын қабат-қабат жабыстыру (қыздыру, қысым) арқылы қалыптасады. әр қабаттағы контурлар. Бос жерлердің болмауына байланысты бұл технологияға «ауада ілулі» дамыған объект элементтерінің тірек құрылымдары қажет емес, дегенмен артық материалды алып тастау (әдетте ол ұсақ бөліктерге бөлінеді) кейбіреулерінде қиынға соғуы мүмкін жағдайлар.

Компьютерлік осьтік литография - бұл фотографиялық шайырдан нысандар жасауға арналған компьютерлік томографияға негізделген 3D басып шығару техникасы.

Үлкен көлемді аддитивті технология

BAAM, Big Area Additive Manufacturing Machine деген сөздің қысқаша мәні, өндірістік 3D басып шығаруда керемет көлемді және керемет жылдамдықты қамтамасыз етеді. 2014 жылы Cincinnati компаниясының Оук Ридж Ұлттық зертханасымен (Oak Ridge National Lab) бірлесіп жасаған, ол қазіргі кездегі 3D басып шығару нарығында өлшемдер мен өнімділіктің ең жақсы үйлесімін ұсынады. Cincinnati компаниясының дәлелденген және сенімді лазерлі машиналық рамамен, порттармен және қозғалысты басқару жүйесімен қорғалған BAAM үлкен өндіріс формаларын қажет ететін шеберханаға қызмет етеді.

Local Motors компаниясының жақында сатып алғанын мысалға алайық: екі BAAM кең көлемді қоспаларын өндіруге арналған 3D принтер. Local Motors өздерінің АҚШ-тағы микро-зауыттарының тапсырыс бойынша көлік құралдарын жобалауға, өндіруге және сатуға мамандандырылған. Cincinnati Incorporated - 100 жылдық металл өңдеу жабдықтарын өндіруші. BAAM - оның соңғы жаңалықтарының бірі - ерекше назар аударуға тұрарлық.

BAAM жасап отырып CI компаниясы бірінші кезекте аддитивті технологияны өнеркәсіптік деңгейге шығаруға ұмтылды. BAAM 3D принтерлері CI лазерлік платформасына негізделген, бірақ оны экструдермен және шығын материалдарын жеткізу жүйесімен ауыстыру әбден мүмкін.

3D принтер екі форматта таныстырылған (басып шығару алаңының көлемі бойынша 3,56м * 1,65м * 0,86м және 6,1м * 2,36м * 1,82м) және құрамында ABS, PPS, PEKK және ULTEM бар көміртекті немесе шыны талшықпен толтырылған әр түрлі термопластиктер өңделеді.

CI өкілінің айтуынша, BAAM 3D принтерінің басып шығару жылдамдығы термопластикамен басып шығаруға арналған басқа 3D принтерлеріне қарағанда 200-500 есе жоғары, ал дайын өнімнің өлшемдері 10 есе жоғары.

	3D принтер	BAAM
ұзындығы	0,2 м	6,1м
ені	0,2 м	2,44м
Биіктігі	0,2 м	1,83м
Көлемі	0,0083901768 м ³	27,1841727283м ³
Басып шығару жылдамдығы	0,1016 м/с	0,2794 м/с
Массалық шығыны	0,45359237 кг/күн	45,359237 кг/сағ.

Машина жасау саласындағы аддитивті технологиялар

Үш өлшемді басып шығару дамыған сайын, автономды автомобильдер мен көлік құралдарын бірлесіп жасау, автомобиль микро зауыттары дәуірінің басталуына аз ғана уақыт қалғандай. Дегенмен, бірқатар факторларды ескеру керек, олардың ішінде өндірістік шығындарда бар.

Автомобиль бөлшектерін басып шығару мүмкіндігі жеткізу шығындарын айтарлықтай төмендетеді, бірақ екінші жағынан, бұл бөлшектердің сапасы ВААМ үшін қолайлы материалдар ассортиментімен қатаң шектелген. Шағын зауыттар жеткізушілерге тәуелді болады. Төмен өнімділік жағдайында бұл факт кері әсер етуі мүмкін.

ВААМ негізінен жұмыс үстеліндегі FDM принтерлеріне ұқсас, бірақ кейбір айырмашылықтар бар. Біріншіден, бұл өлшемдері 6x2,3x1,9 м дейінгі өнімдерді басып шығаруға мүмкіндік беретін үлкен өлшемдер, екіншіден, түйіршікті пластмассаны бұрандалы түрде ыстық аяғына дейін жеткізу. Машина жоғары жылдамдыққа арналған, сондықтан оның сапасын құрбан ету керек, бірақ дайын бөлшектерді әрдайым өңдеуге болады.

Алдымен кішкене прототипті басып шығарады, ал егер ол сапа тексеруден өтсе, онда толық масштабты бөлігін басып шығарады. Тапсырманы жеңілдету үшін, Цинциннати Инкорпорейтс қарама-қарсы бағытта сызықтар жасап, SAAM 3D принтерімен - ВААМ-ның кішкентай түрімен толықтыруды шешті. SAAM - шағын аумақтық қоспалар өндірісі немесе шағын форматты қоспалар өндірісі депте аталады.

Аддитивті өндіріс дизайнерлер мен инженерлер үшін жаңа көкжиектер ашты. SAAM бұл барлық креативтерге жылдам прототиптеу арқылы жобалаудың шектерін зерттеуге және ВААМ-ның әлдеқайда үлкен 3D принтерлерімен толық масштабта жұмыс істемес бұрын олардың дизайнын тексеруге көмектеседі.

Металл сым өндіру ұнтақ өндіру технологиясына қарағанда үлкен құрылыс көлемі мен жоғары жылдамдық сияқты артықшылықтары ұсынады, бірақ оның өзіндік кемшіліктері бар, яғни мүмкіндіктердің төмендеуі және бақылау мәселелері. Бұл әдісті металлды үлкен көлемді аддитивті өндірісі (mBAAM) – ұнтақтау әдісіне қарағанда роботтың шарнирлі буын қолында доғалы газ дәнекерлеу жүйесі орнатылады, ол бұйымды дайындаудың жылдамдығын арттырады. mBAAM технологиясымен жасалған бұйымды белгілі бір қасиеттерге қол жеткізу үшін қосымша механикалық өңдеуден өткізу керек.

Ірі көлемді аддитивті өндіріс процестерін алға жылжыту үшін басылған сынақ купондарының механикалық қасиеттерін сипаттайтын әдістемелерді құру және стандарттау қажет. Баспа моншақтарының үлкен мөлшеріне байланысты әдеттегі сынақ стандарттары жеткіліксіз. Зерттеудің басты бағыты - сандық кескіндік корреляция (DIC) технологиясын үлкен көлемді басып шығарылған 3D бөліктерінің штаммдарын өлшеудің сенімді деректерін жинаудың негізгі құралы ретінде қолданудың орындылығын анықтау. DIC өлшеулерін енгізу үшін жеткілікті мөлшерде 20% шыны толтырылған ABS сынақ купондарын барабар контраст үшін дайындаудың жаңа әдісі жасалды. Осы әдіс арқылы Пуассон коэффициенті мен серпімді модулі өлшеніп, кернеу деформациясының қисық сызықтары пайда болды. DIC шығарған мәліметтер пайдаланылған сынақ купондарында орындалған сәтсіздіктер анализімен жақсы

байланысты болды. Сонымен қатар, сынамалардың сыну беттерін талдау АБС матрицасы мен шыны талшықтары арасында нашар адгезияны анықтады. Бұл матрицаны / талшықтарды тазарту созылудың беріктігін арттыру үшін басып шығару параметрлерін жақсарту қажеттілігін көрсетті. Сонымен, талшықтардың ұзындыққа критикалық талдауы олардың өлшемдері бойынша жеткіліксіз екендігін анықтады.

Үлкен аумақты қоспалар өндірісі (ВААМ) жүйесі құрылымдарды экструзияның жоғары жылдамдығымен бірнеше метрлік тәртіпте басып шығара алады, осылайша автомобиль, аэроғарыш және энергетика салаларына айтарлықтай әсер етеді. Мұндай бөлшектердің функционалды қолданылуы механикалық анизотропиямен шектелуі мүмкін, онда баспалдақ бөліктердің құрастыру бағытында (z-бағытта) дәйекті қабаттар бойынша беріктігі тиісті жазықтықтағы беріктікке қарағанда айтарлықтай төмен болуы мүмкін (ху бағыттары). . Бұл бірінші кезекте басылған қабаттар арасындағы байланыстың нашарлығымен түсіндіріледі, өйткені төменгі қабаттар келесі қабатты орналастырғанға дейін шыны өту температурасынан (T_g) төмен салқындатады. Сондықтан компоненттердің қабаттар аралық беріктігін жақсарту үшін жаңа материал тұндырылғанға дейін басып шығарылған қабаттың беткі температурасын жоғарылату үшін инфрақызыл қыздыруды қолдану мүмкіндігі қарастырылады. Бұл зерттеуде инфрақызыл қыздыру арқылы субстрат материалының беткі температурасы T_g -ден төмен T_g -ге жақын немесе жоғары көтерілгенде акрилонитрилді бутадиең стиролының (ABS) 20% ұсақталған көміртек талшығымен нығайтылуы үшін байланыс күшінің едәуір жақсарғаны анықталды.

ВААМ үлкенірек әрі жылдам болумен қатар, басып шығара алатын материалдардың әртүрлілігімен ерекшеленеді. Себебі, ВААМ түйіршіктерді шикізат ретінде қабылдайтын бұрандалы экструдерді қолданады. Бұрандалы экструдер нығайтылған көміртекті талшықпен ABS (акрилонитрил бутадиең стирол) сияқты композиттермен, сондай-ақ PPS (полифенилен сульфиді) сияқты жоғары температуралы материалдармен басып шығара алады. Түйіршіктерді қысыммен құюды пайдалану шығынның құнын төмендетеді. Түйіршіктердің бағасы орташа есеппен бір фунт үшін бір доллардан бес долларға дейін, ал жіптер бір фунт үшін алпыс пен елу доллар аралығында.

ВААМ түйіршіктерді 1000 фунт гейлордты сатып алуды қажет етеді, ал дәстүрлі жұмыс үстелдері үшін 1 кг жіп катушкалары қолданылады.

Машинаның қолданыстағы жабдықтары Оак-Ридж ұлттық зертханасы мен Цинциннати компаниясының ынтымақтастығына негізделген, екі компания да машинаның бөлшектерін бірлесіп иеленеді. Берта лақап аты бар машина 8 x 20 x 6 фут көлемін ұсынады. Берта қазіргі уақытта Теннесси штатындағы Ноксвиллде орналасқан ORNL-дегі өндірістік демонстрация зертханасында орнатылған.

Экструдер

Бұл зерттеуге арналған экструдер - тәуелсіз зоналық бақыланатын жылытуы бар бір бұрандалы экструдер. Пластикалық микротүйіршіктер алдымен кептіргіш бункерде кептіріледі, содан кейін вакуумдық желі арқылы экструдерге жіберіледі. Түйіршіктер экструдердің бұрандасының жоғарғы бөлігіне еніп, экструзия үшін толығымен ерігенше қыздыру аймақтары арқылы төмен қарай итеріледі. Бұранда 3,5 HP серво қозғалтқышымен басқарылатын белдікті басқарады. Бұранда қатты қорытпадан тапсырыс бойынша жасалған. Бұрандалы камера бес аймақта қызады, оның бесінші аймағы шыңы болады. Қыздыру элементтері - бұл экструдер баррелінің сыртын қыздыратын қарсылық диапазонындағы жылытқыштар болып табылады. Әр аймақтағы температураны өлшеу үшін термодаталар қолданылады, ал термодаталар экструзия температурасын өлшеу үшін балқымалы ағынға орналастырылады. Қысым датчигі ұштың үстінде де орналасқан, сондықтан экструзия кезінде бөшкедегі кері қысымды өлшеуге болады. Бөшкенің соңында артқы қысымды өзгерту үшін реттелетін орнатылған бұранда бар. Саптаманың айналасында ORNL әзірлеген тампер деп аталатын құрылғы бекітілген, ол басып шығару кезінде білікшені жоғары және төмен шайқайды, балқытылған пластиктің жоғарғы жағына соғылады. Тампер жанасатын қабаттардың беткі қабатын ұлғайту арқылы басып шығарылған бөліктердің z-беріктігін арттыруға көмектеседі, сонымен бірге барлық материалды тегіс ұстауға көмектеседі. Көп жағдайда басып шығару кезінде материал көбейіп кетеді немесе толып кетеді, ал тампер келесі қабат басылатын үстіңгі бетті тегіс ұстауға көмектеседі.

Портал жүйесі

Экструдер төрт осьті портал жүйесіне орнатылған. Бұл жүйе экструдерді бөлшектің әр қабатын бақылауға итермелейді. Осы зерттеу үшін қолданылатын порталды лазерлік кесу үшін Цинциннати Инкорпорэйтед компаниясы жасаған.

Портал X-осіндегі қозғалысты басқару үшін басты-бағыныңқы конфигурациясындағы екі сызықты қозғалтқышты, Y осі үшін бір сызықты қозғалтқышты, Z осі қозғалысы үшін шар бұрандасын және сызықты біліктермен қосылған алты бұранданы пайдаланады. Үстелдің жұмыс кеңістігін жылжыту үшін бір серво-қозғалтқыш, W осі бойымен. Машиналар X және Y бағыттары бойынша минутына он мың дюймден жоғары қозғалуға қабілетті. Oak Ridge ұлттық зертханасы порталды лазерлік кесу қондырғысыз алып, лазерлік кесу құралының орнына экструдер орнатты. Сондай-ақ, жүйеге өңдеу үшін бункер кептіргіш қосылды.

Экструзия мәселесі

3D басып шығаруды әдеттегі жұмыс үстелінен ВААМ өлшеміне дейін ұлғайту кезінде экструзия кезінде тұрақты проблемалар байқалды. Жіппен қоректенетін экструдер мен қадамдық қозғалтқыштан серво-жетекті бұрандалы экструдерге және түйіршікпен қоректенуге ауысу жүйенің күрделілігін едәуір арттырды және бақылаудың күрделі мәселелеріне әкелді. Түйіршік ағыны жіп тәрізді қоректендіргіш сияқты тұрақты емес, сондықтан оны басқару қиынырақ.

Сонымен қатар, полимердің әрекеті сызықты және температураға да, ығысу жылдамдығына да өте сезімтал. Экструдер іске қосылғанда және тоқтаған кезде қателер көбінесе динамикалық режимдерде қосылады.

Степперлік қозғалтқыштың жіп тәрізді экструдорында кадамдық мотор экструзияны тоқтату үшін жіпшені баррельге тарту үшін бағытты өзгерте алады. Бұрандалы экструдерде бөшке балқытылған пластмассамен толтырылады, ол өзін Ньютондық емес сұйықтық тәрізді ұстайды.

Пластикалық ағынды тоқтату үшін бұранданы қарама-қарсы бағытта бұру жұмыс үстеліндегі жүйеде жіптің тартылуымен бірдей тиімді емес. Бұранданың бағытын өзгертудің тағы бір проблемасы - балқытылған пластикті цилиндрдің пластмассасы балқытылады деп күтілмеген салқын жерлеріне жіберуге болады.

Бұл тартылған пластик салқындатылады және қатайды, нәтижесінде экструдердің ағымы бұзылады немесе қосылады.

Пластикалық ағынды тоқтата алмау мәселесінен басқа, түйіршіктерді беретін бұрандалы экструдер түйіршіктің ені мен қалыңдығын 6 рет қатар ұстап тұра алмайды. Бұл экструдер жылдамдықты жоғарылатқанда немесе баяулатқанда, мысалы, басып шығару қозғалысын бастау / тоқтату немесе бұрышта серуендеу кезінде көп қиындық тудырады.

Бұл диссертация экструдерді динамикалық режимдерде басып шығару кезінде, яғни жылдам үдеу және тежелу кезеңдерінде роликтің біршама кең еніне реттеуге бағытталған.

Полимерлі экструзия

Полимерді бұрандалы жүйемен экструзиялау жаңа тұжырымдама емес. XIX ғасырда ойлап тапқан инъекциялық қалыптау негізінен құйма қуысын толтыру үшін балқытылған пластикті шығару үшін бұрандалы экструдерлерді қолданады. Инъекциялық қалыптау экструзиясын зерттеу көбінесе полимердің тұрақты сапасын сақтауға бағытталған, сондықтан қалыпталған бөлшектер біркелкі болады. Келесі бөлімдерде полимер экструзиясын жақсартуға арналған зерттеулер және осы идеяларды қоспалар өндірісінде қалай қолдануға болатындығы немесе қолданылмайтындығы талқыланады.

Инъекциялық қалыптауға арналған басқару жүйесі

Инъекциялық қалыптау үшін экструдер әдетте қалыпқа толып, сөнгенше тұрақты жылдамдықпен қосылады және жұмыс істейді. Баламалы тәсілдерде бұранда жылытылған резервуардағы материалдың «атуын» шығарады, содан кейін қалыпқа құйылады. Аддитивті өндіріс кезінде экструдер роботталған қолдың басында қозғалады. Әрдайым тұрақты жылдамдықпен қосыла бермейді; ол жүйенің динамикалық қозғалысына жауап беруі керек.

Жылдамдық үнемі өзгеріп отыруы керек, өйткені экструдерді жылжытатын портал белгілі бір контурларға ілесу үшін жылдамдауы және баяулауы керек. Портал жылдамдығының өзгеруінен басқа, экструдер әр түрлі басып шығару қозғалыстарын қамтуы керек. Порталдың жылдамдығы тұрақты болып қалуы мүмкін, бірақ экструдерге үлкен немесе кіші бос орынды толтыру үшін не жылдамдату керек, не баяулатуы керек. Бұл экструдердің үдеуі тегіс

болуы керек, сондықтан пластиктің үздіксіз моншақтары ешқашан тоқтаусыз сақталады.

Температура мен қысымға негізделген бақылау

Previdi, Savaresi және Panarotto тек температура мен қысым кері байланысына негізделген бір бұрандалы пластиктендіретін экструдерді басқару жүйесін жасады. Олардың экструдерінде жеті температуралық аймақ болған. Әр аймақ жеке-жеке қыздырылды және температураны бақылау үшін өзінің термопарасы болды. Осы жеті аймақтың төртеуі саптамада, ал үшеуі бөшкенің ішінде болды. Жеті аймақтан басқа, саптамадан он сантиметр шамасында экструдталған пластикке сегізінші термопар орналастырылды. Материал металға сәйкес келетін бір қысым датчигі іске асырылды. Олардың экструдерін басқару үшін қозғалтқышқа шпинделдің айналу жылдамдығы 0-200 айн / мин сәйкес келетін 0-5 В сигналы берілді.

Олар шығыс температурасы мен қысымын тұрақты ұстап тұру үшін барлық жеті аймақтың нақты уақыт режиміндегі кері байланысын, сонымен қатар шығыс температурасы мен қысымын қолдана алды. Шығу температурасы мен қысымын толықтай жақын бақылау аддитивті өндіріс үшін өте жақсы, өйткені ол қабаттың қабаттан бөлігінің консистенциясын реттеуге көмектеседі. Егер әр қабат бірдей температурада және қысыммен басылса, онда бөлік қабаттар арасында өте тұрақты байланыс күшіне ие болады. Қабаттар арасындағы байланыстың беріктігін арттыру үшін әр қабаттың температурасын бақылау өте пайдалы болады. Байланыстың беріктігін сақтай отырып, тұрақты температура мен қысым қосымша өңдеуді қажет етпейтін немесе мүлдем қажет етпейтін біркелкі беткі қабат жасауға көмектеседі.

Экструзиялық қысым пластикке қалай әсер етеді

Костин, Тейлор және Райт пластиктендіретін экструдерлерді басқаруды көрсетеді, мұнда олар қысымның пластиканың шығуына әсерін зерттеді. Олардың мақсаты кіріс құрамы мен бұранданың айналу жылдамдығын өзгерту арқылы пластиктің сапасын зерттеу болды. Зерттеуге пайдаланылған пластмас Юнион Карбидтен алынған полиэтиленнің үш түрі болды.

Зерттеулер үшін олар 24: 1 L / D арақатынасы бар 38 мм Killion экструдерін пайдаланды, оқпанда PI бақылаумен төрт температуралық аймақ болды, ал матрицада немесе саптамада бір қосымша қыздыру аймағы болды.

Экструдер қадамы

Тадмор, Липшиц және Лави пластиктендіретін экструдердің динамикалық моделін жасады. Олардың моделі бункердегі түйіршіктерден экструдерден балқытылған пластикті шығаруға дейінгі барлық полимерлі экструзия процесін қамтиды. Бұл өте маңызды, өйткені ұқсас жүйені ВААМ пайдаланады, онда түйіршіктер кептіргіште / бункерде сақталады және вакуумдық желі арқылы балқу және экструзия жүретін экструдерге беріледі. Оларды зерттеудің мақсаты экструдердің өтпелі реакциясын зерттеу болды. Өз зерттеулерінде олар қысымның градиенттері мен балқу жылдамдықтарын тұрақты күй модельдерін қолдану арқылы есептеуге болатындығын анықтады. Сондай-ақ, олар ағынды басқаруға арналған клапанды қосу қысымның

жоғарылауына байланысты жаман идея екенін анықтады. 4 теңдеуі бас қысымының төмендеуіне жуықтайтын теңдеу береді.

Бастапқы басқару жүйесі

Бертада экструдер қолданатын серво-мотор - бұл Yaskawa Sigma-5 сериясы. Осы серво моторды басқарудың бастапқы жүйесін Yaskawa Electric Corporation жасаған. Бұл жалпы басқару көптеген жағдайларда қолдануға ыңғайлы етіп жасалған және 3D басып шығару кезінде экструдерді басқару үшін тиімді жұмыс істемеген.

Әдепкі мәндер

ВААМ экструдердің жаңа параметрімен бастаған кезде (шамамен 2015 ж. Мамырда), экструдердің серво қозғалтқышын енгізу командалары әдепкі мәндермен құрылды. Бұл әдепкі параметрлерді Цинциннати компаниясы өзінің лазерлік кескіштері үшін қолданатын бағдарламаланатын логикалық контроллердің (PLC) бағдарламашысы / дистрибьюторы ұсынды. Бұл бағдарламашысы Delta Tau Data Systems болып табылады. Осы әдепкі параметрлермен экструдер бөлшектерді секундына он дюймде дәл басып шығара алмады, шпиндельдің жылдамдығы 0,3 дюймдік саптамада минутына төрт жүз айналымға дейін, нәтижесінде алынған білікшенің ені тұрақты болмады.

Моншақтың ені сәйкес емес

Әдепкі параметрлермен экструзиялау кезінде көптеген проблемалар туындады, олардың ең маңыздылары орамның ені сәйкес келмеді. Әдепкі параметрлер экструдерге жылдам және дәл жылдамдатуға және қажетінше баяулауға мүмкіндік бермеді, бұл орам енінің едәуір ауытқуын немесе орамның біркелкі еместігін тудырды. Портал экструдерге қарағанда жылдамдықты әлдеқайда динамикалық түрде өзгерте алады, нәтижесінде басып шығару сәтсіз аяқталады. Егер экструдер жеткілікті жылдамдықты үдете алмаса, онда доптың алдыңғы қабатқа жабысып қалуы үшін жеткілікті пластмасса шығарылмайды және ол экструдерді жылжыту және допты тарту арқылы жойылады. Егер экструдер жеткілікті жылдамдықты бәсеңдете алмаса, мысалы бұрышты бұру кезінде, экструдер пластикті тым көп жинап, асып кету проблемаларын тудырады. Бастапқыда экструдер портал сияқты жылдамдатылған жоқ. Нәтижесінде жіңішке тілімдер немесе шарлар жабыспайды және оларды экструдер тартып алады. Токтату нүктелерінде экструдер жылдамдығын төмендете алмады және көптеген экструдталған материал мен доптың ұшын қалдырды. Екі жағдай да жағымсыз. Сонымен қатар, егер экструдерде материал болмаса, басқару жүйені тұрақсыздандырып, экструдердің қатты дірілдеуіне әкеледі. Барлық осы проблемалар қиындады, нәтижесінде бірнеше сәтсіз (> 1000 доллар) құрастырулар пайда болды. Аймақтардың шамадан тыс толтырылуы сыртқы роликтердің итерілуіне әкеліп соқтырды, нәтижесінде өлшем дәлдігі жоғалды. Бөліктің бүйірінен жіңішке жерлер түсіп кетуі мүмкін, яғни келесі қабат та жабыспайды. Толтыру бөлімдері әдетте толып кетеді, егер

бұл шығыңқы бөліктер болашақ жолдарға кедергі келтіріп, порта мен бөлшектің соқтығысуын тудырса, машинаны зақымдауы мүмкін. Бұл сәтсіз басылымдар бұл зерттеуді АТ полимерлі экструзия жүйелері үшін басқару жүйесін тиімді күйге келтіруге итермелейді.

Бұл жүйелер процестерден немесе контроллерлерден кері байланыссыз жұмыс істейтіндіктен, барлық динамикалық басып шығару режимдерінде түзету нүктелеріне тиісті мөлшерде пластмассаны шығару қажет.

Пластикалық жіп

Экструдерге берілетін шикізат қатты пластик түйіршіктері түрінде болады. Зерттеуге арналған материал - көміртекті талшықпен нығайтылған ABS. Композициялық материал салмағы бойынша жиырма пайыз көміртекті талшықтан тұрады. Бұл түйіршіктер шамамен 145 ° F температурада қоректенеді және шамамен 480 ° F-де экструдталады. ABS көміртекті талшығы аморфты пластик, ал алынған балқытылған пластмасса Ньютон емес сұйықтық болып табылады. Бұл тұтқырлық ең алдымен ығысу жылдамдығына байланысты екенін білдіреді.

Егер балқытылған пластик Ньютондық сұйықтық болса, оны бұrandаның жылдамдығына қарамастан (бұл ығысу жылдамдығына пропорционалды) берілген температурада тұтқырлығы тұрақты болатын сызықтық жүйемен оңай модельдеуге болады. Бұл Ньютондық сұйықтықта кернеу мен деформацияның арақатынасы түзу болатындығына байланысты. Бұл Ньютондық емес модель болғандықтан, экструдталған арнайы пластикке неғұрлым күрделі басқару моделін жасап, оны түзету қажет.

Анықтамалық мәндер

Бұл зерттеу PLC-де қол жетімді басқару мәндерін реттеуге бағытталған. Бұл басқару элементтерін үш түрге жіктеуге болады. Бұл түрлерге PID бақылауы, кері байланыс және ақпарат беру кіреді. Осы терминдердің әрқайсысы төменде түсіндіріледі.

PID бақылауы

PID басқару дегеніміз - «P», «I» және «D» үш айнымалыларды түзету арқылы қателіктерді азайтуға тырысатын тұйықталған басқару стилі. Пропорционалды өсу - бұл PID басқару элементінің «P» бөлігі, мұндағы «I» интегралды, ал «D» туынды болып табылады. Пропорционалды пайда ағымдағы қате мәніне негізделген. Интегралды кірістер өткен мәндер үшін, ал алынған кірістер болашақтағы құндылықтар үшін. Пропорционалды пайда интегралды және туынды пайдаға қарағанда шығыс күйінің өзгеруіне көп ықпал етеді. Бастапқыда ВААМ тек пропорционалды күшейтуді қолданды және интегралды күшейтуді елемеді, сондықтан ол тек P контроллері болды. PLC интегралдық терминді қосуға мүмкіндік береді, оны PI контроллеріне айналдырады.

Үлкен пропорционалды өсім тезірек үдеу мен баяулауға әкеледі, бірақ жүйенің тұрақсыздығын тудыруы мүмкін. Тұрақсыз жүйе белгіленген нүктеден жоғары және төмен ауытқып отырады. ВААМ үшін бұл экструдердің үнемі үдеуін және тежелуін білдіреді. Егер бұл орын алса, бисердің ені тұрақты

болып қалмайды және үнемі өте үлкеннен өте жұқа болып өзгереді, бұл өндірілетін бөлшектер үшін нашар нәтиже болып табылады. Керісінше, шамалы пропорционалды өсу реакцияның баяулауына немесе үдеу мен тежелудің баяулауына әкеледі. Егер қате аз болса, жақсы, бірақ егер қате үлкен болса, жүйе мақсатты мәнге баяу жетуі мүмкін. Егер жүйе мақсатқа тез жете алмаса, онда моншақ тұрақты күйге жете алмау қаупі бар, өйткені ол машина үдей түскен кезде баяу қалыңдап, содан кейін машина баяулаған сайын жіңішкереді.

Интегралды күшейту уақытқа негізделген және өткен қателік мәндеріне тәуелді болғандықтан, қателік ұзақтығы маңызды фактор болып табылады. Бұл қатені интеграциялау уақыттағы лездік қатені тиімді түрде қорытындылайды, содан кейін бұл қатені интегралды пайдаға көбейтеді. Бұл дегеніміз, үлкен жинақталған қателік аутиралды тудыруы мүмкін. Ауыстыру нақты мән белгіленген мәннен асып кеткен кезде пайда болады. ВААМ үшін үлкен экструзия дегеніміз экструзияның астынан немесе астынан шыққандығын білдіреді. Үдету кезінде шамадан тыс түсу жағдайында экструдер шпинделі көрсетілгеннен жылдамырақ айналады және артық пластмасса береді. Егер бұл бұрылыста шыққан кезде пайда болса, моншақ шығу кезінде өте қалың болуы мүмкін, содан кейін кері байланыс қатені азайта бастаған кезде төмен қарай бүгілуі мүмкін. Егер жылдамдықты төмендету кезінде шамадан тыс түсу пайда болса, экструдер тым ерте сөніп қалуы мүмкін және пластик портал қозғалмай тұрып тоқтайды. Бұл бисердің бастапқы және соңғы нүктелері арасындағы алшақтыққа әкеледі.

Кері байланыс

Кері байланыс дегеніміз - қажетті нәтижеге жету үшін кіріс күйін басқару үшін шығыс күйін пайдалану. Кері байланыссыз жүйе ашық цикл контроллері болар еді, яғни жүйенің шығыс өлшемін контроллер қолданбайды.

ВААМ менеджментінде жылдамдықты кері байланысқа назар аударатын бір ғана кері байланыс термині бар. Бұл дегеніміз, машинаның нақты жылдамдығы мақсатты жылдамдыққа сәйкес нақты жылдамдықты алуға тырысу үшін мақсатты жылдамдықты қалыптастыру үшін контроллерге кіріс ретінде қайтарылады.

Тікелей байланыс

Тікелей байланыс контроллер арқылы хабарланбаған кіріс күйін пайдаланып шығыс күйін басқарады. Бұл дегеніміз, контроллердің кіріс сигналын шығыс сигналына қалай түрлендіретінін болжауға негізделген шығыс күйі алдын-ала белгіленген тәртіппен өзгереді, яғни жүйенің шығыс сигналын өлшеу басқару сигналына әсер етпейді. Белсенді басқарудың көмегімен менеджмент жүйесіне ерте ескертулер жіберуге болады. Алайда, бұл дегеніміз, қателер

командалық кіріс контроллермен түзетілмеген және шығысқа тікелей әсер етеді. ВААМ басқаруында жеделдету мен жылдамдықтың алғышарттары бар. Жылдамдық қысқа соққыларды қысқартуға жақсы (команданың жауап беру уақыты), бірақ жылдамдықты жоғарылатуы мүмкін. Алға қарай үдеу

жылдамдық шегінен асып кетудің орнын толтыра алады және жоғары цикл күшін де қамтамасыз етеді. Пәрменді тиімді құру реактивті контроллерлерге қажет күш-жігерді азайтады, кері байланыс коэффициентін арттыру арқылы қатаң бақылауды қамтамасыз етеді.

Экструдердің динамикасын модельдеу

Экструдер үшін қолданылатын PI контроллерін модельдеу үшін Matlab моделі құрылды. Бұл модель ВААМ машинасында қолданылатын нақты әуе винтіне негізделген және бөшкедегі пластиктің әсерінен болатын демпферді ескереді. Демпфер коэффициентін тұтқырлығы жоғары тұтқырлығы әр түрлі пластмассаны көрсету үшін реттеуге болады.

Бұрандалы экструдерлерді орамның максималды бірізді еніне оңтайландыру жұмысы енді басталады. Экструдердің үдеу мәндерін реттеу проблеманың тек бір бөлігі болып табылады. Экструзия температурасы, экструзия қысымы және түйіршік геометриясы түйіршік енінің өзгеруіне де әсер етеді. Сонымен қатар, осы факторлардың барлығы бір-бірімен өте байланысты. Matlab моделі тек екі басқару айнымалысын қамтиды, бірақ барлық басқару айнымалыларын, сондай-ақ экструзия қысымы мен температурасын ескере отырып кеңейтуге болады. Осы факторлардың барлығын ескеретін неғұрлым жетілдірілген модель жаңа материалдар мен жаңа шығын жылдамдықтарын имитациялауға мүмкіндік береді. Орамның енін оңтайландыру жалғасуда, сонымен қатар масса ағынының жылдамдығын арттыру үшін зерттеулер жүргізіледі. ORNL-дегі бастапқы жүйе тек 10 фунт / сағатты өңдеуге қабілетті, алайда индустрия бұрынғыданда жылдамдыққа ие машинаны қажет етеді. Ағын жылдамдығының бұл айтарлықтай артуы бөлшектерді тезірек басып шығаруға мүмкіндік беріп қана қоймай, сонымен бірге өте үлкен бөліктерді басып шығаруға мүмкіндік береді. 100 фунт тәртіпті бөліктер әлі мүмкін емес, өйткені бұл өлшемнің бір бөлігінің бір қабатын басып шығару уақыты ВААМ сияқты минутпен емес, сағатпен өлшенеді. Жиырма минуттан асатын қабаттың қабаты сәл салқындауына алып келеді, бұл қабаттардың ойдағыдай жабысуына жол бермейді. Қабаттар арасында күшті байланыс болмаса, ішінара деламация пайда болады. ВААМ индустриясы әлі қалыптасу кезеңінде және оны жаппай нарыққа шығару үшін әлі де зерттеулер мен әзірлемелердің едәуір көлемі қажет.

ҚОРЫТЫНДЫ

3D принтер немесе аддитивті технология қазіргі уақытта қарқынды дамып келе жатыр. Аддитивті технология жеке сала ретінде қарастырылады. Бұл технологияны аэроғарыш, машина жасау, медицинадағы протездеу кезінде жиі қолдана бастадық. Себебі, 3D принтермен жасалған бұйымдар қосымша механикалық өңдеуді қажет етпейді және уақытты үнемдейді. Аддитивті технологиямен жұмыс жасағанда тек пластмассаны ғана емес одан басқа да металл сияқты материалдарды қолдануға болады. Менің тақырыбым Big Area Additive Manufacturing (қысқаша ВААМ) аддитивті технологиясын қолдануды зерттеу еді. ВААМмен жұмыс жасау басқа 3D принтерлерге қарағанда әлде қайда ыңғайлы әрі үлкен көлемді бұйымды жасауға болатынын көрдім. Бұйымды жасаған соң оны механикалық өңдеуді қажет етпейтіндігі, аз уақытта басып шығатындығы оның үлкен жетістігі болып табылады. Бұл технологияның Қазақстанда дамуына өз үлесімізді қосуымыз керек деп ойлаймын. Себебі, аддитивті технология еліміздің дамуына жаңа бағыттар ашады деп ойлаймын.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Bernard, A., Deplace, J., Perry, N., Gabriel, S., 2003. Integration of CAD and rapid manufacturing for sand casting optimization. *Rapid Prototyping Journal* 9, 327–333. Carrion, A., 1997.
- 2 *Rapid Prototyping Journal* 3 (3), 99–115. Cheah, C.M., Chua, C.K., Lee, C.W., Feng, C., Totong, K., 2005. Rapid prototyping and tooling techniques: A review of applications for rapid investment casting. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 25, 308–320.
- 3 Direct metal rapid casting: Mechanical optimization and tolerance calculation. *Rapid Prototyping Journal* 15 (4), 238–243.
- 4 Love, L., Kunc, V., Rios, O., Duty, C., Elliot, A., Post, B., and Blue, C., “The Importance of Carbon Fiber to Polymer Additive Manufacturing,” *Journal of Material Research*, in review
- 5 Rapid investment casting: Direct and indirect approaches via model maker II. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 25, 26–32. Chua, C.K., Hong, K.H., Ho, S.L., 1999.
- 6 M.H. Costin, P.A. Taylor, and J.D. Wright, “On the Dynamics and Control of a Plasticating Extruder,” in *Polymer Engineering and Science* Vol. 22, No. 17, 1982, pp. 1095-1106.
- 7 Duty, Chad E., and Love, Lonnie J. *Cincinnati Big Area Additive Manufacturing (BAAM)*. United States: N. p., 2015. Web. doi:10.2172/1210140.

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Орынбасар Төлеген Ералыұлы ,

Название: Бұйым жасау кезінде Big Area Additive Manufacturing аддитивті технологиясын қолдануды зерттеу

Координатор: PhD д-ф, Арымбеков Б.С. ,

Коэффициент подобия 1:0

Коэффициент подобия 2:0

Замена букв:7

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки:0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- ☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Дата



Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

.....
.....
.....
.....

Дата



Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Орынбасар Төлеген Ералыұлы ,

Название: Бйым жасау кезінде Big Area Additive Manufacturing аддитивті технологиясын қолдануды зерттеу

Координатор: PhD д-ф, Арымбеков Б.С. ,

Коэффициент подобия 1: 0

Коэффициент подобия 2: 0

Замена букв: 7

Интервалы: 0

Микропробелы: 0

Белые знаки: 0

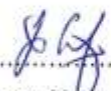
После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- ☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

.....

.....
Дата

.....

Подпись Научного руководителя

Метаданные

Название

Бұйым жасау кезінде Big Area Additive Manufacturing аддитивті технологиясын қолдануды зерттеу

Автор

Орынбасар Төлеген Ералыұлы ,

Научный руководитель

PhD д-ф, Арымбеков Б.С. ,

Подразделение

ИПАиЦ

Список возможных попыток манипуляций с текстом

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся манипуляций в тексте, с целью изменить результаты проверки. Для того, кто оценивает работу на бумажном носителе или в электронном формате, манипуляции могут быть невидимы (может быть также целенаправленное вписывание ошибок). Следует оценить, являются ли изменения преднамеренными или нет.

Замена букв		7
Интервалы		0
Микропробелы		0
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		0

Объем найденных подоби

Обратите внимание! Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



КП1

25

Длина фразы для коэффициента подоби



КП2

4987

Количество слов



КЦ

40928

Количество символов

Подобия по списку источников

Просмотрите список и проанализируйте, в особенности, те фрагменты, которые превышают КП №2 (выделенные жирным шрифтом). Используйте ссылку «Обозначить фрагмент» и обратите внимание на то, являются ли выделенные фрагменты повторяющимися короткими фразами, разбросанными в документе (совпадающие сходства), многочисленными короткими фразами расположенные рядом друг с другом (парафразирование) или обширными фрагментами без указания источника ("криптоцитаты").

10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
из базы данных RefBooks (0.00 %)		
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
из домашней базы данных (0.00 %)		
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
из программы обмена базами данных (0.00 %)		
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)

из интернета (0.00 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	--------------	---

Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	------------	---