

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

Зайт Әділжан Ержанұлы

«Бөлшектерді дайындау кезінде Big Area Additive Manufacturing
аддитивті технологиясын қолдану»

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

5B071200 – Машина жасау

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

PhD д-ф, қауым. профессор

Арымбеков Б.С.

«__» _____ 2021 ж.



**Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Зайт Әділжан Ержанұлы

Тақырыбы «Бөлшектерді дайындау кезінде Big Area Additive Manufacturing аддитивті технологиясын қолдану»

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

- a) 3D технологиясындағы принтірлер
 - б) 3D басып шығару және баспадан кейінгі өңдеу
 - в) Аддитивті өндіріс жүйелерінің үздік өндірушілері
 - г) Революциялық артықшылықтар
- Ұсынылған негізгі әдебиет: 7 атау

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: «Бөлшектерді дайындау кезінде Big Area Additive Manufacturing аддитивті технологиясын қолдану»

5B071200 – Машина жасау

Орындаған

Зайт Әділжан Ержанұлы


Ғылыми жетекші,
PhD д-ф, қауым. профессор
 Арымбеков Б.С.
« ____ » _____ 2021 ж.

Алматы 2021

Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәліметтер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе. Аддитивті өндірістің үлкен саласы		
3D принтер технологиясын зерттеу		
Әлемдік нарыққа шолу		
Технологиялар мен жабдықтар		

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



Зайт Ә. Е.

Күні

«__» _____ 2021 ж.

АНДАТПА

Берілген дипломдық жобада бөлшектерді дайындау кезінде Big Area Additive Manufacturing аддитивті технологиясын қолдану толық қарастырылды.

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

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

3D технологиясының әлемдік экономикада орны қаншалықты маңызды екені. Оданда бөлек дизайнды талдау және визуализация мақсатында жаңа өнімдер әзірлеушілер мен сәулетшілер үшін бірінші таңдау жасайды.

Дипломдық жобада пайдаланылған әдебиеттер саны – 7, түсіндірмелік жазба 32 беттен тұрады.

АННОТАЦИЯ

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

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

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

Насколько важна роль 3D-технологий в мировой экономике. В то же время, с целью анализа и визуализации отдельного дизайна, новые продукты делают первый выбор для разработчиков и архитекторов.

Количество использованной литературы в дипломном проекте-7, пояснительная записка состоит из 31 страницы.

ANNOTATION

In this thesis project, the application of the additive technology Big Area Additive Manufacturing in the manufacture of parts is considered in detail.

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, is largely used in manufacturing, as well as about the main roles in the process of manufacturing parts.

How important is the role of 3D technologies in the global economy. At the same time, for the purpose of analyzing and visualizing an individual design, new products make the first choice for developers and architects.

The number of references used in the thesis project is 7, the explanatory note consists of 31 pages.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Аддитивті өндірістің үлкен саласы	9
1.1 Автомобиль Микрофабрикасы	10
1.2 Аддитивті автомобиль өндірісі	12
1.3 Аддитивті өндіріс (AM)	13
1.4 3D басып шығару эволюциясы	13
1.5 Революциялық артықшылықтар	13
2 Әлемдік нарыққа шолу	14
2.1 Негізгі тенденциялар	17
2.2 Негізгі ойыншылар	17
2.3 Даму болжамдары	18
2.4 2016: Аддитивті өндіріс жүйелерінің үздік 5 өндірушісі	19
3 Технологиялар мен жабдықтар	21
3.1 Аэроғарыш өнеркәсібі	22
3.2 Автомобиль өнеркәсібі	23
3.3 Медициналық бұйымдар	24
3.4 АП-жабдықты сертификаттау	24
3.5 Зерттеу бағыттары	26
3.6 Металл құюдағы 3D принтер технологиясын қолдану:RC	28
Қорытынды	31
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	32

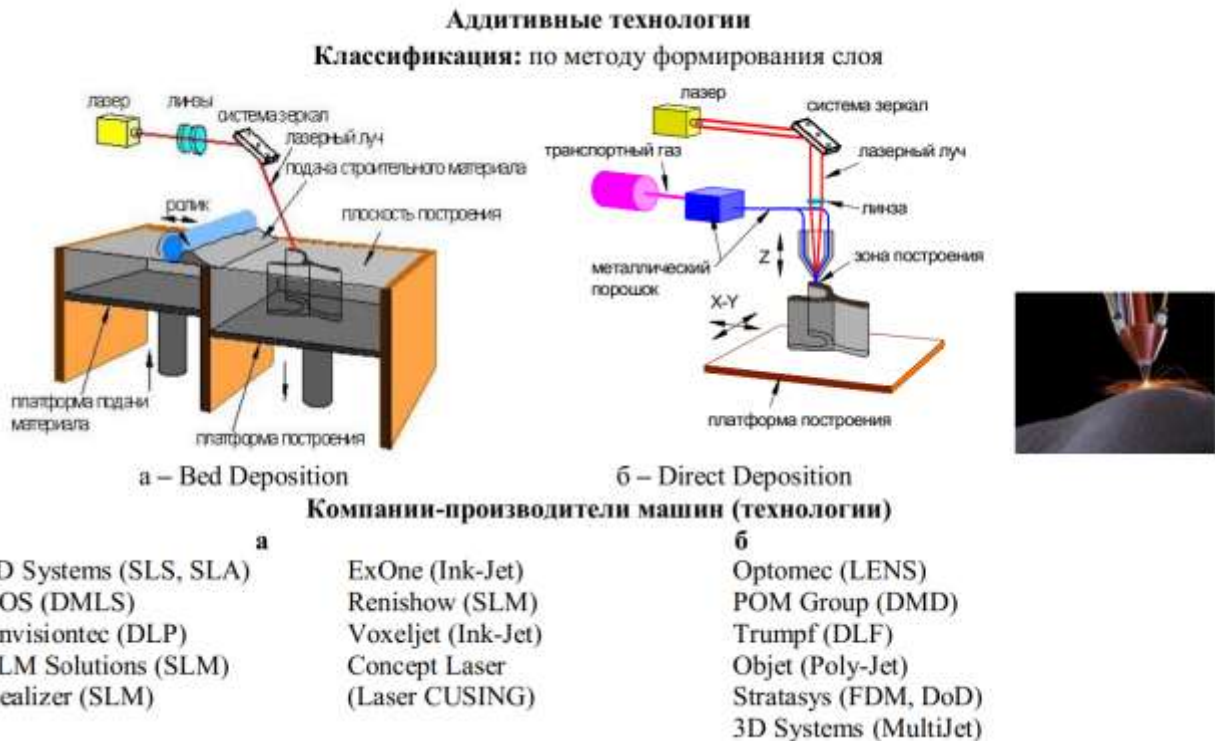
КІРІСПЕ

Аддитивті технологиялар (ағылш. Additive Manufacturing) - объектілерді қабат-қабат етіп құру және синтездеу технологиясы. Фаббер технологиясы (ағылш. fabber technology, сондай-ақ кең таралған атауы "3D — печать") - негізге (платформаға немесе дайындамаға) материал қосу арқылы өнімді кезең-кезеңмен қалыптастыруға негізделген бұйымдар мен прототиптер өндірісінің технологиялық әдістерінің топтары. 3D принтер процесі 1994 жылы АҚШ-тың 005340656 патентімен патенттелген (Sachs et al., 1994). Үш өлшемді басып шығару (3D принтер) - бұл технологияны Массачусетс технологиялық институтының (MIT) екі студенті Тим Андерсон мен Джим Бредт 1993 жылы жасаған. 1995 жылы Тим Андерсон мен Джим Бредт нарыққа осы технологияны жетілдіріп, оны жетілдірген Z Corporation компаниясын құрды. Ол Массачусетс Технологиялар Институтында (MIT) 1993 жылы сия-реактивті технология негізінде жасалған (Чуа, 1994) және Soligen Corporation, Extrude None, Берлингтонның ZCorporation лицензиясына ие (Димитров соавт., 2008). Ол типтік «тұжырымдамалық модельер» және ең жылдам RP процесін көрсететін төменгі деңгейлі жүйе ретінде жіктеледі (Димитров соавт., 2006). Тағы бір компания - ExOne (АҚШ) бірдей технологияны қолданатын 3D принтерлер шығарады. Бұл компания 2005 жылы Extrude None корпорациясының еншілес ұйымы ретінде құрылған. Андерсон мен Бедт алған патенттерді қолдана отырып, олар басып шығару үшін әртүрлі материалдарды: пластмассадан, құм қоспаларынан және металдардан тұратын принтерлер өндірісін бастады.

Аддитивті өндірістің үлкен саласы

Сі компаниясының ВААМ технологиясы өнеркәсіптік ауқымда 3D басып шығаруды енгізуге бағытталған. ВААМ машиналары сі лазерлік платформасына негізделген, оның ішінде машина жақтауы, қозғалыс жүйесі және басқару элементтері. Алайда, лазерді экструдер мен жем беру жүйесі алмастырды. Машиналар 140 x 65 x 34 дюйм немесе 240 x 93 x 72 дюйм болатын екі өлшемде қол жетімді және ABS, PPS, PEKK және ULTEM сияқты көміртекті талшықты немесе шыны талшықты термопластиканы басып шығара алады.

Сі мәліметтері бойынша, ВААМ машиналары 200-ден 500 есе жылдам және қолданыстағы термопластикалық аддитивті машиналардан 10 есе көп бөліктерде жұмыс істейді.



1-сурет- Аддитив технологиясы (а) қабаттың шөгуі,(б) тікелей тұндыру



2-сурет- 1995-96 жылдары Массачусетс технологиялық институтында басылған аяси София моделі

Автомобиль Микрофабрикасы

Қазіргі уақытта Local Motors АҚШ-тағы төрт микрофабриканы басқарады, келесі 10 жыл ішінде бүкіл әлем бойынша 100-ді ашады. 40,000 шаршы метрлік нысандарда ВААМ орталық технология ретінде пайдаланылады, ал өндіріс көлемі жылына бір микрофакторияға 250 автомобильге дейін жетеді. Бұл ірі автоөндірушілер шығарған миллиондаған автомобильдермен салыстырғанда көп көрінбеуі мүмкін, бірақ жергілікті қозғалтқыштар айтарлықтай басқа модельде жұмыс істейді.



3-сурет-3D басып шығарылған Шелби Кобра ВААМ жүйесінің жанында. (Суретті "Цинциннати Инкорпоратед" компаниясы ұсынған.)

"Біз СІ - мен ВААМ дамуының алғашқы кезеңдерінде жұмыс істедік және осы машинаны алғашқы сатып алушылардың бірі болдық", - дейді Элл Шелли, Local Motors компаниясының маркетинг жөніндегі директоры. "Сайып келгенде, біз нақты нарықтардың қажеттіліктеріне бейімделген тиісті көлік құралдарын жасаймыз және олардың барлығы ВААМ - да басып шығарылады", - деп толықтырды Шелли.Идея қарапайым: тұтынушылар жергілікті Local Motors микрофабрикасында өз көлігін жобалау және сатып алу үшін барады, содан кейін ол сол жерде шығарылады. Микрофабриктер жергілікті автокөлік құралдарына қызмет көрсету үшін де жабдықталатын болады. Нәтижесінде өндіріс зауыты мен дилерлік орталықтың буданы пайда болады. Microfactory тұжырымдамасын Local Motors бірлескен құру және құрастыру бағдарламасы қолдайды. Бұл дизайнерлерді, инженерлерді, өндірушілерді және энтузиастарды компанияның веб-сайты арқылы байланыстырады, онда пайдаланушылар өз жобаларын кері байланыс үшін ұсына алады.



4-сурет- Чикагода жасалған: әлемдегі алғашқы 3D электромобиль 2014 жылғы 13 Қыркүйек, кешкі 1:57-де жарияланған, авторы: sean lewis, 2014 жылғы 14 қыркүйек, таңғы 07:11-де жаңартылды

Аддитивті автомобиль өндірісі

3D басып шығару, саяхатты бөлісу бағдарламалары және автономды көліктердің пайда болуы, бұл автомобиль микрофабрикасының таңы болуы мүмкін бе? Бұл сұрақтың жауабы көптеген факторларға байланысты, олардың соңғысы операциялық шығындар емес.



5-сурет-BAAM жүйесі. (Суретті "Цинциннати Инкорпорайтед" компаниясы ұсынған.)

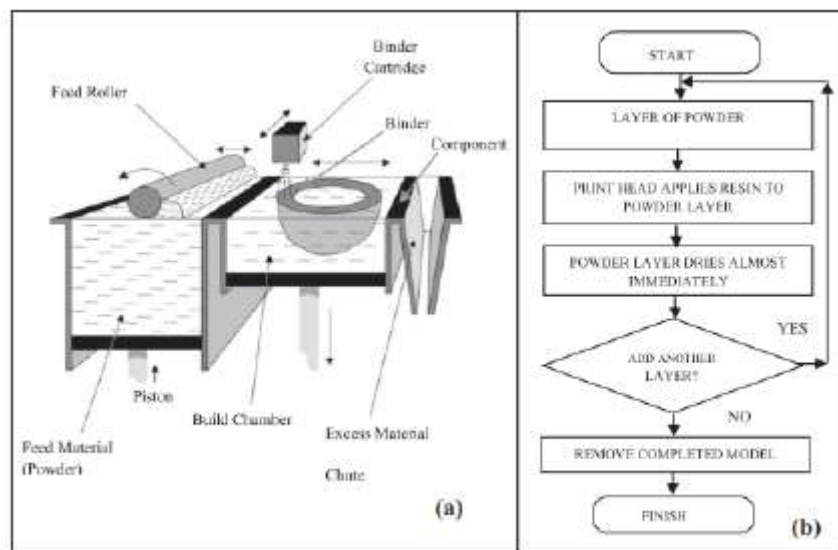
Автокөлік бөлшектерін сұраныс бойынша 3D басып шығару мүмкіндігі жеткізу шығындарын азайтады, бірақ қазір бұл бөліктер BAAM үйлесімді материалдарымен шектелген. Металл қоспаларын өндіру автомобиль өнеркәсібі үшін өміршең өндіріс процесіне айналғанға дейін, микрофабриктер жеткізушілерге олардың дәстүрлі әріптестері сияқты тәуелді болады. Сонымен қатар, бұл тәуелділік микрофабриктер үшін нашар болуы мүмкін, өйткені мұндай кішкентай клиентпен келіссөздер күшінің төмендеуі. Екінші жағынан, микрофакторлық тәсіл икемділік тұрғысынан дәстүрлі зауыттарға қарағанда артықшылыққа ие болуы мүмкін. Кремний алқабының жаңа сабағы - бұл шағын бизнес өздерінің үлкен бәсекелестерімен салыстырғанда инновацияның артықшылығы болуы мүмкін, олар бюрократиямен тығыз байланысты болуы мүмкін, сондықтан олар кішігірім, ықшам операциялармен қол жеткізілген жылдам жетістіктерге жете алмайды.

Аддитивті өндіріс (AM)

Үш өлшемді компьютерлік модель үшін тұрақты емес пішінді бөлшектерді жеке-жеке өндірудің перспективті технологияларының класы материалды дәйекті түрде қолдану арқылы (әдетте қабаттарда) - шегерілетін өндіріс деп аталатыннан айырмашылығы (мысалы, дәстүрлі механикалық өңдеу).

3D басып шығару эволюциясы

1980 жылдары пайда болған үш өлшемді басып шығару үлкен эволюциялық жолдан өтті, екі негізгі бағытқа бөлінді – модельдерді тез құру және қосымша өндіріс.



6-сурет - (a) Үш өлшемді басып шығару 3D принтер процесі (Urcraft and Fletcher, 2003) және (b) 3D принтер технологиялық цикл.

Революциялық артықшылықтар

Бөлшектер тікелей 3D моделі бар компьютерлік файлда жасалады, ол іс жүзінде жұқа қабаттарға кесіліп, түпкілікті өнімді қабатты қалыптастыру үшін AP жүйесіне жіберіледі. AP технологиялары дәстүрлі өндіріс технологиялары бойынша өндірілмейтін немесе аз мөлшерде қажет болатын күрделі жеке бұйымдар мен қосалқы бөлшектерді тез шығаруға мүмкіндік беретін икемділікті қамтамасыз етеді. Машинамен өңдеуге болмайтын күрделі конфигурацияны (мысалы, ішкі салқындату арналарының болуы) материалды таңдау арқылы оңай көбейтуге болады.

Сандық модельдердің артықшылығы-форманың кездейсоқтығы ғана емес, сонымен бірге оларды әлемнің кез-келген нүктесіне тез арада беру мүмкіндігі, бұл Сізге жергілікті өндірісті әлемдік масштабта ұйымдастыруға мүмкіндік береді. АП технологиясының тағы бір маңызды ерекшелігі-өнімнің алынған формасының берілгенге жақындығы, бұл материалдық шығындар мен өндіріс қалдықтарын айтарлықтай азайтады.

Еуропалық авиациялық қорғаныс-ғарыш компаниясының (Бристоль, Ұлыбритания) және EOS инновациялық орталығының (Уорвик, Ұлыбритания) бірлескен зерттеуі АП-да шикізатты үнемдеу 75% жетуі мүмкін екенін көрсетті. Осы қасиеттердің арқасында ап дәстүрлі өндіріс технологияларымен салыстырғанда өзіндік құнды төмендету, энергия үнемдеу және атмосфераға зиянды шығарындыларды азайту үшін айтарлықтай әлеуетке ие.

АП бірегей мүмкіндіктері келесі артықшылықтарды ұсынады:

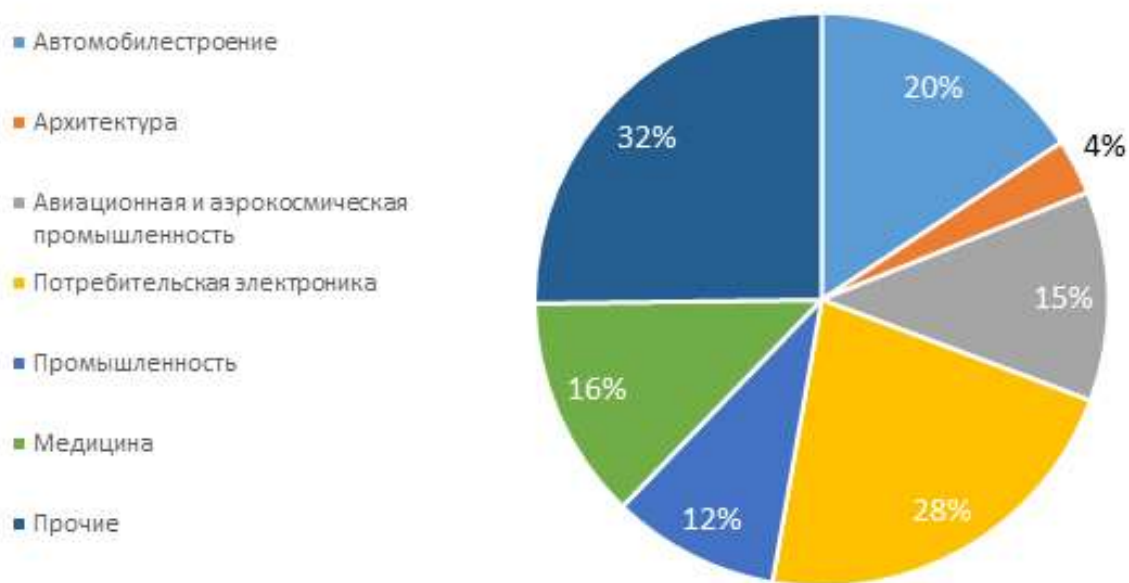
- мамандандырылған аспаптық жабдыққа қажеттіліктің болмауына байланысты өнімді өндіріске енгізу мерзімі мен құнын азайту;
- шағын көлемді өндірістің мүмкіндігі мен экономикалық орындылығы;
- өндірістік кезеңдегі жобадағы жедел өзгерістер;
- бұйымдарды функционалдық оңтайландыру (мысалы, салқындату арналарының оңтайлы нысанын іске асыру);
- тапсырыс берілген өнімді өндірудің экономикалық орындылығы;
- өндіріс шығындары мен қалдықтарын азайту;
- логистиканы жеңілдету, жеткізу мерзімдерін қысқарту, қойма қорларын қысқарту мүмкіндіктері;
- дизайнды жекелендіру.

Аддитивті технологиялар нарығы

2018: Frost & Sullivan 21,5 жылға қарай нарықтың 2025 миллиард долларға дейін өсуін болжайды

Әлемдік нарыққа шолу

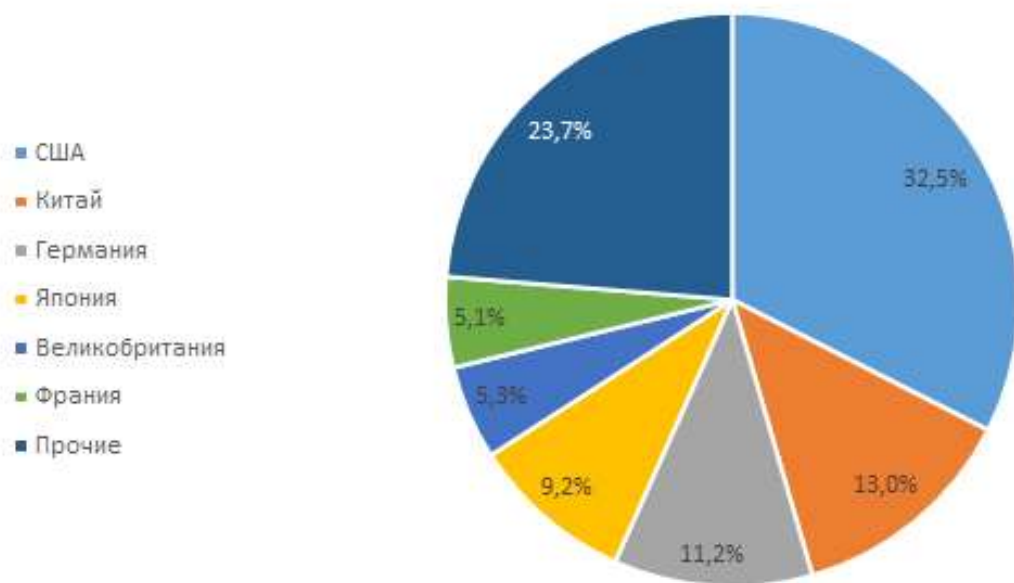
Аддитивті технологиялардың әлемдік нарығының жыл сайынғы өсу қарқыны 15% - ды құрайды. CAGR осы деңгейде сақталған кезде, Frost & Sullivan нарық көлемінің 5,31 жылы 2018 миллиард доллардан 21,5 жылы 2025 миллиард долларға дейін өсуін болжайды. Сарапшылардың пікірінше, осы уақытқа дейін нарықтың 51% - ы авиация, денсаулық сақтау және автомобиль өнеркәсібіне тиесілі болады. 2025 жылы қосымша өндіріс технологияларын қолдану ең айқын болатын салалар суретте көрсетілген. 1.:



7-сурет-Пайдалану бағыттары бойынша 2025 жылы аддитивті технологиялар нарығының құрылымы. Тағы бір сегмент-энергетика және тамақ өнеркәсібі, құрылыс индустриясы және т. б. дереккөз: Аяз және Суливан

Солтүстік Америка елдері болды және 2018 жылға сәйкес әлемдегі аддитивті технологиялардың ең үлкен тұтынушысы болып қала береді. 2015 жылы Солтүстік Америка нарығының көлемі 2,35 жылға қарай 7,65 миллиард долларға дейін өсу перспективасымен 2025 миллиард долларға бағаланды. Маңыздылығы жағынан екінші орында Еуропа мен Таяу Шығыс елдерінің нарығы тұр. 2015 жылы оның жалпы көлемі 1,81 миллиард долларды құрады, ал 2025 жылға қарай ол 7,18 миллиард долларға дейін артуы мүмкін.

Ең жылдам дамып келе жатқан елдердің бірі-Тынық мұхиты нарығы. 2015-2025 жылдар ішінде жыл сайынғы өсу қарқыны 18,6% — ды құрайды, ал көлемі 5 еседен астам ұлғаяды-2015 жылғы \$1,01 млрд-тан 2025 жылы \$5,56 млрд-қа дейін. Сонымен қатар, Frost & Sullivan хабарлағандай, Қытай шамамен 70% құлдырауға мәжбүр болады.



8-сурет-2025 жылы өңірлер бойынша аддитивті технологиялар нарығының құрылымы. Басқа сегментке Үндістан, Латын Америкасы елдері, Ресей, Австралия, Швеция, Италия, Бельгия, Испания және Нидерланды кіреді. Ақпарат Көзі: Frost & Sullivan

Солтүстік Америка елдерінде 3D басып шығару технологиялары ғарыш, қорғаныс және автомобиль өнеркәсібіне белсенді енгізілуде. Соңғы жылдары осы және басқа салалардағы стартап-жобалардың саны күрт өсті.

Еуропа мен Таяу Шығыста аддитивті технологияларды енгізу Солтүстік Америка елдеріне қарағанда баяу жүреді. Мұнда негізгі назар кеме жасау мен өнеркәсіпте лазерлік технологиялар негізінде 3D басып шығаруды қолдануға бағытталған. Сонымен қатар, соңғы жылдары 3D - технологияға-автоөндірушілер тарапынан басып шығаруға инвестициялардың өсуі байқалады.

Қытайда аэроғарыш өнеркәсібіне арналған компоненттерді жаппай өндіру үшін 3D басып шығару кеңінен қолданылады. Өнімнің өзіндік құнының болжамды төмендеуі елге таяу жылдары өндіріс көлемін ұлғайтуға мүмкіндік береді.

Негізгі тенденциялар

Frost & Sullivan-дағы соңғы жылдардағы аддитивті технологиялардың әлемдік нарығының тән үрдістеріне мыналар жатады:

- Соңғы ("дайын") бұйымдар ретінде аддитивті технологияларды пайдалана отырып Дайындалған бөлшектердің үлесін тұрақты арттыру-тікелей өндіріс;

- 3D - технологиялардың қарқынды дамуы-басып шығару, гетерогенді материалдарды қолдану арқылы өндіріс мерзімі мен құнын төмендету;

- Авиациялық, ғарыш өнеркәсібінде, автомобиль жасауда, денсаулық сақтауда, сондай - ақ халық тұтынатын тауарларды өндіру сегментінде 3D-технологияларды енгізу-басып шығару ауқымын ұлғайту;

- Концептуалды кезеңнен бастап прототипті жасауға дейінгі уақытты 70 пайызға немесе одан да көп қысқартуға мүмкіндік беретін тез қалпына келтірілетін өндірістерді құру үшін 3D басып шығаруды қолдану;

- Аддитивті өндіріс саласындағы ғылыми зерттеулер мен әзірлемелерді қаржыландыру көлемінің өсуі;

- Кәсіпорындарды, ғылыми орталықтар мен университеттерді біріктіретін консорциумдар құру арқылы нарықты шоғырландыру және бұрынғы бәсекелестерді шоғырландыру. Жыл сайын дерлік нарықта жаңа компаниялар, жаңа технологиялар пайда болады. Бірақ олардың кейбіреулері бәсекелестікке төтеп бере алмай, жоғалып кетеді, ал кейбіреулері ірі компаниялардың астына түседі.;

- Аддитивті өндіріске арналған шешімдерді әзірлеумен айналысатын компаниялар мен ғылыми қоғамдастықтың күш-жігерін шоғырландыру мақсатында мамандандырылған ұйымдар құру (мысал-Америка ұлттық инновация институты ("America Makes"));

- Жабдықтың өзіндік құнын төмендету және технологиялардың қолжетімділігін арттыру есебінен өнімнің өзіндік құнын төмендету.

Негізгі ойыншылар

Frost & Sullivan бағалауы бойынша әлемдік нарық көшбасшылары келесі компаниялар болып табылады:

- 3D Systems (АҚШ);

- EOS Gmbh (Germany);
- SLM Solutions (Германия);
- Stratasys (АҚШ);
- Объектінің геометриясы (АҚШ-Израиль);
- Envisiontec (АҚШ-Германия (DLP));
- ExOne (АҚШ);
- Voxeljet (Германия);
- Аркам АБ (Швеция).

Даму болжамдары

- 3D басып шығару кезінде түйіршіктер мен ұнтақ материалдарды қолдану өнімдерді өндіру кезінде үшбұрышты және цилиндрлік пішіндерді пайдаланудан бас тартуға мүмкіндік береді;
- Құрамында көміртегі бар (графит) талшықтар мен металл ұнтақтарды пайдалану бұйымдардың механикалық, химиялық және жылу сипаттамаларын жақсартуға мүмкіндік береді (атап айтқанда, мұнай-газ және қорғаныс өнеркәсібі үшін);
- Компьютерлік жобалау және модельдеу жүйелерін өндірушілер (CAD, CAE) 3D басып шығару шешімдерін әзірлеуде, бұл өнім өндірудегі қателіктерді азайтуға және өндіріс дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді;
- Сипаттамаларды оңтайландыру және аддитивті технологияларды дамыту 3D басып шығарудың дәлдігін, жылдамдығын және сапасын арттырады. 2020 жылға қарай 3D принтерлердің жылдамдығы екі есе артады;
- 3D-принтерлердің лизингі 3D - басып шығару нарығында қызметтерді дамытудың негізгі бағыттарының бірі болады.;
- Жоғары дәлдікпен ірі габаритті бұйымдар жасауға мүмкіндік беретін 3D-принтерлер өндірісі дамитын болады;
- Физикалық және электрлік қасиеттерімен танымал "декантер" материалы Металл өзектер (талшықтар) мен батареяларды шығару үшін қолданылады.

2016: Аддетивті өндіріс жүйелерінің үздік 5 өндірушісі

2016 жылға арналған АП жүйелерін жетекші өндірушілердің арасында:

- 3D Systems (АҚШ),
- ExOne (АҚШ),
- Стратасис (Израиль),
- Аркам (Швеция),
- EOS (Германия) және
- Воксехет (Германия).

2016 жылы орнатылған жүйелер саны бойынша АҚШ үлкен маржамен көш бастап келеді, олар зауыттардың 38% жинады. Қондырғылардың едәуір саны Жапонияда (9,7%), Германияда (9,4%) және Қытайда (8,7%) пайдаланылады. Ресейдің үлесі 1,4% құрайды.

2012 жыл: нарық көлемінің 28,6% - ға өсуі%

Консультант Терри Воллер AP білімінің ең толық кодын жасайды және

қолдайды (www.wohlerassociates.com сондай-ақ осы саладағы қаржыландыру, үрдістер, мүмкіндіктер, ұжымдық жобалар, зерттеулер және перспективалық технологиялар туралы неғұрлым беделді ақпарат көзі ретінде беделге ие болған есептерді үнемі жариялайды.

2013 жылғы қарашада жарияланған Уоллердің есебіне сәйкес, 2012 жылы АП өнімдері мен қызметтерінің әмбебап секторы жылдық жиынтық 28,6% өсімін көрсетті, бұл қайта есептеліп, \$2,204 млрд бағдарламалық қамтамасыз ету нарығына сәйкес келеді, Уоллердің болжамдары бойынша, 2021 жылға қарай АП нарығының мөлшері \$10 млрд-тан асады. McKinsey Global Institute зерттеулері АП-ның әлемдік ЖІӨ-ге әсері 2025 жылға қарай жылына 550 миллиард долларға жетуі мүмкін екенін көрсетеді.

Уоллердің тағы бір көрсеткіші-сатылған ApostleB қондырғыларының саны 2012 жылы 8000-ға жуық өнеркәсіптік жүйелер сатылды (бағасы 5.000 доллардан жоғары). АП саласындағы өнімдер мен қызметтерді өндіруден алынған түсім құрылымында түпкілікті өнім компоненттерін өндіруге келетін үлес 2003 жылы нөлден 2012 жылы 28% - ға дейін өсті.

1990-шы жылдардың ортасынан бастап 2016 жылға қарай бірнеше АП процестері мен жүйелері жасалды және оларды қолдану мүмкіндіктері тез прототиптеуден және қарапайым физикалық модельдерді жасаудан бастап, өнімнің дизайнын жасауға, құю модельдерін жасауға және жақында тікелей өндіруге дейінгі ауқымды қамтыды.сериялық өнімдер. Атап айтқанда, GE Aviation секіру қозғалтқышына арналған отын

саңылауларының сериялық шығарылуын жариялады. Алғашқы АР жүйелері негізінен полимерлі материалдардан (пластмассалардан) бұйымдар шығарды, ал 2016 жылға қарай қондырғылар металдан бөлшектерді шығара алады. Металдарды қолдана отырып, аддитивті процестерде бөлшектер дәйекті қабатты балқыту немесе металл ұнтағын агломерациялау арқылы қалыптасады. Бұл мүмкіндік тартымды, өйткені ол сізге дәл немесе берілген формаларға жақын бөлшектерді минималды өңдеумен немесе онсыз аспаптық жабдықсыз жасауға мүмкіндік береді. Бұл аэроғарыш өнеркәсібі мен биомедицина үшін ерекше қызығушылық тудырады, өйткені ол жалпы құны төмен пайдалану қасиеттері жоғары өнімдер шығаруға мүмкіндік береді.

Технологиялар мен жабдықтар

1990-шы жылдардың ортасынан бастап 2016 жылға қарай бірнеше АП процестері мен жүйелері жасалды және оларды қолдану мүмкіндіктері тез прототиптеуден және қарапайым физикалық модельдерді жасаудан бастап, өнімнің дизайнын жасауға, құю модельдерін жасауға және жақында тікелей өндіруге дейінгі ауқымды қамтыды.сериялық өнімдер. Атап айтқанда, GE Aviation секіру қозғалтқышына арналған отын саңылауларының сериялық шығарылуын жариялады. Алғашқы АР жүйелері негізінен полимерлі материалдардан (пластмассалардан) бұйымдар шығарды, ал 2016 жылға қарай қондырғылар металдан бөлшектерді шығара алады. Металдарды қолдана отырып, аддитивті процестерде бөлшектер дәйекті қабатты балқыту немесе металл ұнтағын агломерациялау арқылы қалыптасады. Бұл мүмкіндік тартымды, өйткені ол сізге дәл немесе берілген формаларға жақын бөлшектерді минималды өңдеумен немесе онсыз аспаптық жабдықсыз жасауға мүмкіндік береді. Бұл аэроғарыш өнеркәсібі мен биомедицина үшін ерекше қызығушылық тудырады, өйткені ол жалпы құны төмен пайдалану қасиеттері жоғары өнімдер шығаруға мүмкіндік береді.

2016 жылы АП-қондырғылар нарығы үш сегментке бөлінді. Ең жоғары өсу қарқыны концептуалды модельдерді құруға бағытталған және кеңсе ортасында жұмыс істейтін арзан 3D принтерлер үшін байқалды.

Екінші технология жиынтығы, құны бойынша аралық, әр түрлі дәлдік және/немесе функционалдылық дәрежелері бар бөліктердің прототиптерін жасауға арналған. Арзан және орташа құны бар қондырғылар, әдетте, полимерлі материалдарға бағытталған.

Үшінші сегментті құрайтын жоғары деңгейлі қондырғылар полимер, металл және керамикалық бөлшектерді шығаруға мүмкіндік береді; олардың бағасы 200 000 доллардан 2 000 000 долларға дейін. Жоғары деңгейлі қондырғыларды үлкен өлшемді бөлшектерді өндіруге, жоғары өнімділікке қол жеткізуге, бірнеше материалдарды пайдалануға немесе жүйенің құнын арттыратын кез-келген басқа мақсатта оңтайландыруға болады.

Аэроғарыш өнеркәсібі

Бұл сала ап-технологияларға олар пайда болған сәттен бастап қатты қызығушылық танытады; жобадан өндіріске дейінгі жолдағы шектеулер кешенін жою мүмкіндігі жобада шешімдерді жүзеге асыруға, тиімділікті арттыруға және бөлшектердің салмағын азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, табиғаты бойынша бұл нарық жоғары сапалы бөлшектерді аз мөлшерде өндіруді қажет етеді, сондықтан AP-technologies ұсынатын құрал-жабдықтарды қайта өңдеу айтарлықтай пайда әкеледі. Бұл саладағы сертификатталған талаптар өте қатал. Осыған қарамастан, бірқатар жүйелер мен материалдар сертификаттаудан өтті, ал 2016 жылы AP технологиялары ұшақ бөлшектерін шағын көлемде өндіру үшін қолданылады.

General Electric (GE) компаниясы кобальтохромды ұнтақ ДМЛС процесін пайдалана отырып, LEAP жаңа турбовинтті қозғалтқыш үшін отын бүріккіштерін жаппай өндіруге қатысты ниетін жариялады. GE ол жылына кемінде 25000 саптама шығара алатындығын атап өтті (бір қозғалтқыш үшін 19 саптама қажет). Lockheed Martin, Boeing және Siemens сияқты осы салада жұмыс істейтін басқа компаниялар да елшінің мүмкіндіктерін мұқият зерттейді БАҚ Boeing компаниясы AP әдісімен компанияның әскери және азаматтық авиалайнерлерінде қолданылатын 20 000-нан астам бөлшектерді шығарды деп мәлімдейді. Бұл соның ішінде SLS технологиясы бойынша термопластиктен жасалған компоненттер.

Ғарыш саласында АП-ны қолданудан туындаған шығындарды төмендетудің баллдық зерттеулері кейбір бөліктермен немесе міндеттермен жұмыс жасау кезінде айтарлықтай сыйақы алады. Мысалы, Энистондағы (АҚШ) әскери қоймада турбиналық қалақтарды қалпына келтіру үшін линза процесін қолдану әр жағынан \$6297 үнемдеуге әкеледі, бұл жылдық \$1,444,416 үнемдеуге мүмкіндік береді. Осыған ұқсас, есептеулер көрсеткендей, TI-6AL-4V титан қорытпасынан AV8B қозғалтқышындағы пышақтардың ұштарын қалпына келтіру жылына 715000 доллар үнемдеуге мүмкіндік береді. Әдебиетте авиациялық бөлшектерге шығындардың төмендеуі туралы көптеген басқа ұқсас хабарламалар, соның ішінде AP технологияларын қолдана отырып, оларды өндіру кезінде металл бекітпелердің салмағының 50-80% - ға төмендеуі есебінен авиакомпания үшін 2,5 миллион доллар көлемінде болжамды үнемдеу туралы айтылады.

Автомобиль өнеркәсібі

АП-технологиялардың жеткілікті жоғары құны мен төмен өнімділігіне байланысты оларды автомобиль өнеркәсібінде қолдану әлі де негізінен мотоспортпен байланысты. Өндірістің жоғары көлемі мен жаппай көлік құралдарының сапасына қойылатын талаптар АР технологияларын негізінен прототиптер мен құрал-саймандар өндірісінде қолдануға әкелді, бұл компанияларға даму мен өндіріс циклін қысқартуға көмектеседі. Daimler AG (Штутгарт, Германия) компаниясының тәжірибесі, Concept Laser және Фраунгоферов лазерлік технологиялар институтымен серіктестікте ірі габаритті функционалдық металл бөлшектерін өндіру үшін қолданылатын кокильге және құм қалыптарына қымбат және ұзақ құю процестерін алмастырды, АП-ны автомобиль өнеркәсібінде пайдаланудың жақсы мысалы АП-бұл бөлшектердің геометриясын оңтайландыруға және салмақ жоғалтуға қол жеткізуге мүмкіндік беретін процесс болуы мүмкін.

Автомобиль өнеркәсібінде АР технологияларын қолданудың болашақ перспективаларын Жергілікті Motors компаниясы көрсетті, ол 3D басып шығару арқылы жол жүруге жарамды алғашқы автомобиль - Strati деп аталатын қос электромобиль шығарды.



9-сурет- Strati-3D принтерде басылған әлемдегі алғашқы сериялық
автомоби

Медициналық бұйымдар

- Медицинада 3D басып шығару
- Медицинадағы 3D басып шығару (әлемдік нарық)

Технологияны тарату жолындағы кедергілер

2016 жылы АП-ның кең таралуына кедергі келтіретін келесі техникалық-экономикалық кедергілер жиі айтылады:

- материалдың қасиеттері (бөлшектер көбінесе АП процестерінің қабаттық сипатына байланысты анизотропты қасиеттерге ие; АП үшін материалды таңдау өте шектеулі);

- бөлшектердің өндіріс дәлдігі мен бетінің сапасы (барлық дерлік АР процестері буындарды, біліктің ер-тоқымын және т. б. кейінгі өндеуді қажет етеді.);

- өндіріс жылдамдығы (ол шағын пакеттік өндіріспен шектеледі);

- жоғары күрделі салымдар;

- жоғары материалдық шығындар және қызмет көрсету (АР-процестер дәстүрліден (парақтар, профильдер және т. б.) 100-200 есе қымбат болуы

мүмкін материалдардың арнайы форматтарын қажет етеді; АР жабдықтары әлі де жетілмеген);

- әр түрлі қондырғыларда жасалған "бірдей" бөліктер арасындағы геометрия мен қасиеттердегі айырмашылықтар;

- көптеген АР қондырғыларының жабық архитектурасы зерттеушілер мен технологтарға өндеу жағдайларын өзгертуге мүмкіндік бермейді.

АП-жабдықты сертификаттау

Бұл АП іске асырудың шешуші факторы болып табылады және құрылымдық түйіндерді сертификаттаудың қажетті шарты болып табылады. 2016 жылы сипаттамалардың бөлшектен Бөлшекке және орнатудан орнатуға тұрақсыздығы байқалды. Белгілі бір материал үшін технологияны сертификаттау процесі әртүрлі болуы мүмкін, бірақ кейбір міндетті элементтер ортақ. Үш негізгі сұрақ бар:

- Осы материалды пайдалану технологиясы пысықталды ма және стандартталды ма? Материалды өндіру процесі қатаң белгіленген сипаттамаға сәйкес келуі керек.

- Осы материалды пайдалану технологиясының толық сипаттамасы бар ма? MMPDS талаптарына сәйкес келетін материалдың механикалық қасиеттері туралы статистикалық сенімді мәліметтер болуы керек.

- Осы материалды пайдалану технологиясы көрсетілді ме? Технология компоненттері тиісті жұмыс жағдайында көрсетілуі керек.

Құрылымдық сыни қосымшаларда қолдану үшін АП сертификаттау келесі себептерге байланысты айтарлықтай проблемаларға тап болады:

- АР-жас және тез дамып келе жатқан технология, көптеген түрлі АР қондырғылары бар;

- стандарттау-дәстүрлі сертификаттау процесінің алғашқы қадамы. Алайда, стандарттауға қажетті "мұздату" процесі АР-өңдеумен тікелей ақпараттық қайшылыққа түседі;

- материалдардың механикалық қасиеттері туралы деректердің қажетті көлемін қалыптастыру айтарлықтай қаржылық және уақыттық шығындармен байланысты.

Мысалы, ұшақтардың бөлшектерін сертификаттау мен сертификаттаудың дәстүрлі тәсілі қаржылық тұрғыдан да (бұл үшін 130 миллион доллардан астам қаражат қажет) және уақыт өте келе (шамамен 15 жыл қажет) өте қымбат. Статистикалық маңызды мәліметтер базасының бір ғана жұмыс уақыты 8-15 миллион долларды құрайды, 5000-1000 үлгіні тестілеуді қажет етеді және екі

жылдан астам уақытты алады. Осылайша, жеделдетілген сертификаттауды жүргізуге мүмкіндік беретін баламалы тәсілдер талап етіледі.

АР жабдықтарын өндірушілер әдетте жабдықты нақты басқару процестеріне және патенттік материалдарға байлап, қондырғыны "қара жәшікке" айналдырады және осылайша оны нарықта қолдануды шектейді. Іс жүзінде, кейбір жабдық өндірушілері тіпті белгілі бір бөлікті жасау үшін бағдарламалық жасақтаманы орнатуды орындау керек деп талап етеді. Мұндай бизнес-модель АП-процестер метрологиясын түсіну үшін де, дамыту үшін де өнім өндірушілердің (пайдаланушылар мен орнату операторларының) мүмкіндіктерін шектейді.

АП-технологиялардың кең таралуы олардың табыстылығын болжайды. Дәстүрлі өндіріспен салыстырғанда АП-технологияларға қолайлы факторлар кестеде келтірілген.

2016 жылға қарай АР технологиялары шағын партияларды шығаруға ыңғайлы, олар үшін арнайы шикізаттың жоғары құны дәстүрлі өндіріспен байланысты тұрақты шығындардың төмендеуімен өтеледі.

АП-ның жылдамдығы, икемділігі және жөндеу жеңілдігі сияқты сипаттамаларын ерекше атап өткен жөн, өйткені олар "дәл уақытында" өндіруге мүмкіндік береді. Экономиканың бұл түрін өлшеу қиынырақ болса да, АП-бұл маңызды бөлік (жүйенің жұмыс істеуі үшін қажет) бірнеше апта емес, бірнеше күн ішінде жасалуы мүмкін болатын құнды мүмкіндік. АП технологиялары логистиканы қысқартуға, қосалқы бөлшектерді буып-түюге, тасымалдауға және сақтауға байланысты шығындар мен энергия шығындарын азайтуға қабілетті.

Зерттеу бағыттары

2016 жылға қарай АП саласындағы зерттеулер негізінен өнеркәсіп пен Үкіметтің (федералды және жергілікті) кең ауқымды қолдауымен университеттердің жанында құрылған мамандандырылған зерттеу орталықтарында жүргізіледі. Бұл қызметке Қорғаныс министрлігінің Ұлттық ғылыми-зерттеу институттары мен зертханалары белсенді түрде тартылуда. 2009 жылы 65 негізгі сарапшының қатысуымен семинар қорытындысы бойынша жасалған аддитивті өндірісті дамытудың " жол картасы " аддитивті өндірістің негізгі бағыттары бойынша зерттеулердің басымдықтарын сипаттайды. 2016 жылға қарай бұл құжат АП саласындағы зерттеулерді басшылыққа алатын нұсқаулық болып табылады.

Дизайн:

- Шекараларды анықтауға және АР технологиялары ашқан жобалық шешімдердің кеңістігін зерттеуге көмектесетін тұжырымдамалық дизайн әдістерін жасау.

- Күрделі геометриялық құрылымдарды ұсыну үшін де, бірнеше материалдарды бір уақытта пайдалану үшін де көлемді модельдеудің қолданыстағы тәсілдерінің шектеулерін жеңу үшін автоматтандырылған инженерлік жобалау жүйелерінің жаңа принциптерін жасау.

- "Процесс-құрылым-қасиет" арақатынасының күрделі жүйесін шарлауға мүмкіндік беретін модельдеу және кері жобалау процесінің көп деңгейлі әдіснамасын әзірлеу.

- Пішін, процесс, қасиеттер параметрлерінің өзгергіштігімен модельдеу және жобалау әдістерін құру.

Технологиялық процестерді модельдеу және басқару:

- Инженерлік жобалау және өндіру жүйелерін (АЖЖ/Э/М) жобалаудың автоматтандырылған жүйесіне интеграцияланған "процесс-құрылым-қасиет" байланыстың болжамды модельдерін әзірлеу.

- Тікелей және кері байланыс мүмкіндіктері бар адаптивті және өзін-өзі реттейтін басқару жүйесін құру. Басқару жүйесінің алгоритмдері жүйенің процестің өзгеруіне реакциясының болжамды моделіне негізделуі керек.

- АП қондырғыларының жұмыс камераларында жұмыс істеуге қабілетті жаңа датчиктерді (датчиктерді) құру және көптеген әртүрлі датчиктерден алынған ақпаратты өңдеу әдістерін әзірлеу (сенсорларды біріктіру).

Материалдар мен қондырғылардағы процестер:

- Әр түрлі физикалық құбылыстардың күрделі өзара әрекеттесуін ескеретін АП физикасы туралы толық түсінікке қол жеткізу.

- Жабдықтың пайдалану сипаттамаларын жақсарту үшін материалдарды сызықтық және беттік өндеудің масштабталатын және жоғары жылдамдықты әдістерін жасау.
- Ашық архитектурасы бар және қайта конфигурацияланған модульдері бар АР қондырғылары үшін контроллерлер құру.
- Эпитаксиалды металл конструкцияларын өндіруге АП-ның бірегей ерекшеліктерін енгізу, бірнеше материалдар мен градиент материалдарынан тұратын бөлшектерді шығару.
- Неліктен кейбір материалдарды АП әдісімен өндеуге болатындығын анықтау әдісін жасау, ал кейбіреулері мүмкін емес.
- Құрылымдар мен құрылғыларды атомдық аддитивті дайындауға және наноөнімді жобалауға арналған құралдарды әзірлеу.
- Экологиялық таза ("жасыл"), оның ішінде биологиялық ыдырайтын, қайта өндеуге және қайта пайдалануға жататын материалдарды әзірлеу.

2016 жылы қолданыстағы өнеркәсіптік автоматтандырылған жобалау жүйелері (АЖЖ) мыңдаған түрлі пішінді және/немесе градиент материалдарынан тұратын күрделі құрылымдық бөлшектерді (мысалы, торлар немесе ұяшықтар) модельдеуге жарамсыз. Мұндай жағдайларда, қолданылатын параметрлеу технологияларының ерекшеліктеріне байланысты, олар әдетте АЖЖ-мен баяу жұмыс істейді, жүздеген мегабайт немесе тіпті гигабайт жедел жадты алады. Бұл модельдеу үшін АЖЖ-да бар композициялық, градиент және биологиялық материалдарды қолдануды айтарлықтай шектейді, сондықтан мұндай мәселелерді шешу үшін АЖЖ дамыту қажет. Сонымен қатар, автоматтандырылған жобалау есептерінде оңтайлы қолдану үшін инженерлік жүйелер өнімнің механикалық қасиеттеріне, атап айтқанда геометрияға және/немесе материалдарды бөлуге қойылатын талаптарды өзгерте алуы керек — процесс-құрылым-меншік қатынастарын автоматтандырылған жобалау, жобалау және өндіріс жүйелеріне (CAD/CAE/CAM) біріктіруді қажет ететін міндет. Бұл өз кезегінде көп деңгейлі модельдеу, кері жобалау және оңтайландыру үшін тиісті есептеу әдістерін әзірлеуді қажет етеді.

Дамудың тағы бір бағыты-автоматтандырылған басқару әдістерін CAD/CAE/CAM жүйесіне біріктіру, бұл АР қондырғысының жұмыс аймағында тиісті сенсорларды орнатуға болатын жағдайда өндіріс процесінде тікелей өнімді талдау мәселелерінде көмектесе алады. Өнімнің номиналды жобалық сипаттамаларын (геометрия және материал құрамы) өндіріс процесінде нақты сипаттамалармен сандық салыстыру басқару кері байланысын құру үшін қосымша мүмкіндіктер ашуы мүмкін.

Зерттеудің маңызды бағыттарының бірі әр АП процесінің физикалық негіздерін неғұрлым толық және түбегейлі түсінуге қол жеткізу қажеттілігімен байланысты. Атап айтқанда, негізгі міндеттердің бірі-

эртүрлі энергия көздерінің материалдармен өзара әрекеттесуінің егжей-тегжейін тереңірек түсіну.

Аралас типтегі AP жүйелеріне көбірек назар аудару керек. Мұндай жүйелер өңдеудің жаңа мүмкіндіктерін аша алады, соның ішінде бірнеше қосымша процестерді қолдану, қабатты технологияларды басқалармен біріктіру, қосымша және азайту өндірісін біріктіру, компоненттерді автоматтандырылған енгізу арқылы өнім элементтерін біріктіру. Аралас жүйенің мысалы электронды компоненттерді енгізу және тікелей жазу арқылы орналастырылған құрылымдық 3D материалдарын жасай алатын аддитивті технологиялардың жиынтығы бола алады, бұл бұрын жасалған компоненттерді автоматтандырылған іске асырумен бірге тұтас жүйе ретінде толық интеграцияланған электромеханикалық өнімді шығаруға мүмкіндік береді.

Металл құюдағы 3D принтер технологиясын қолдану: RC.

Металл құю процесінде AM-ны металл құю бөлшектерін шығару үшін қолдану RC ретінде қарастырылады. Кез келген құю процесінің ең маңызды бөлігі металл құйылатын пресс-қалыптарды жасау үшін үлгілерді әзірлеу және жасау болып табылады. Сонымен қатар, құюдың кейбір процестері үшін (құмды құю сияқты) негізгі қораптар мен қақпақтарды жобалау және дайындау, бұл құюдың жалпы сапасы тәуелді болады, әсіресе күрделі дизайн құю жағдайында көп уақытты талап етеді. Құю қалыптарын жасауда AM технологияларын қолдану құю өндірісіне аз мөлшерде құралдарды қолданбай, металл бөлігін жасауға мүмкіндік береді (Росовски және Матусзак, 2000). Балқытылатын үлгілер мен құм бойынша құю технологиясында 3D принтер әдістерін қолдану келесі бөлімдерде көрсетілген.

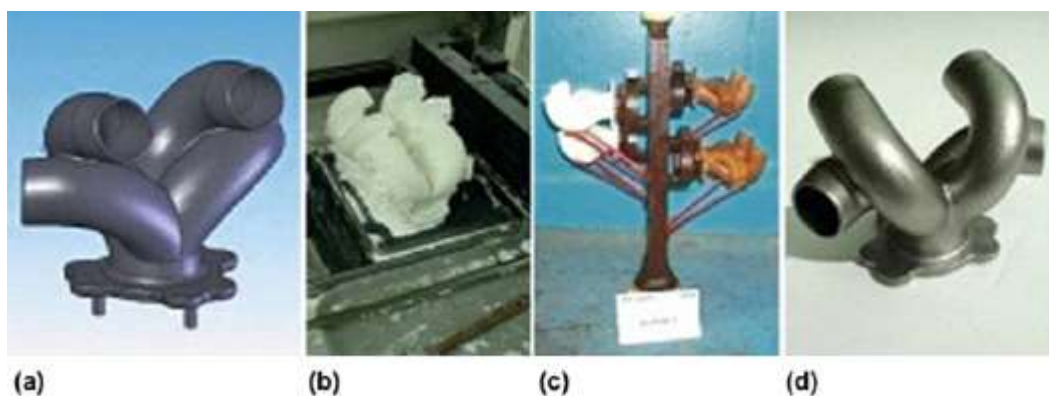
Негізіндегі Zp14 материалы ZCorp компаниясы балауызбен инфильтрациядан кейін қалыптарды қолданбай инвестициялау үшін үлгіні

кеңінен қолданатын бөлшектерді шығару үшін енгізілді. (Chhabra and Singh, 2011). Бұл Zp14 материалды IC үшін үлгіні жасау үшін қолданылады және ZCorp 3DP технологиясындағы принтерде басылады. 10-суретте Мичиган университетінде осы RC ерітіндісін қолдана отырып, 316L-ді шығару машинасының шығыс көп коллекторын өндіру кезеңдері көрсетілген. Бассоли және т.б. (2007) жұқа қабырғалы бөлшектерді шығарудың орындылығын дәлелдеді және осы RC ерітіндісін қолдану арқылы алынған үлгіні және

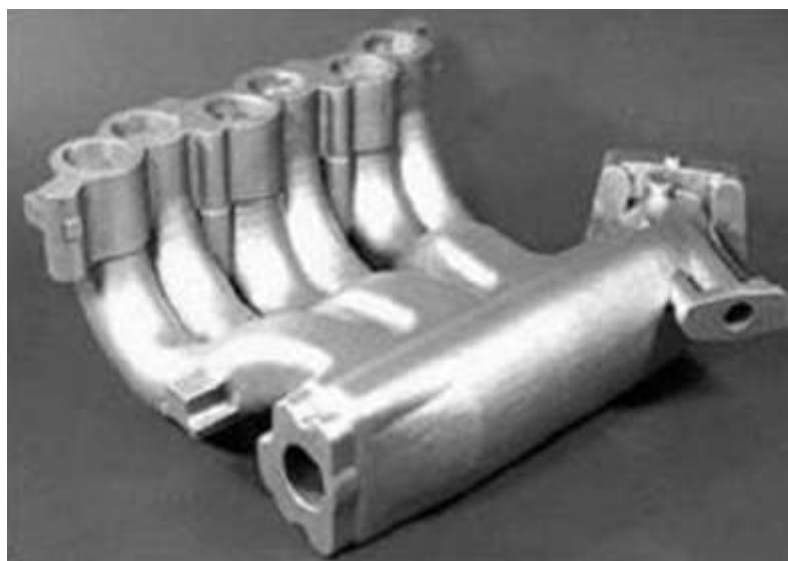
бөліктердің өлшемдік дәлдігін бағалады. Soligen Technology Inc. (Northridge, CA) - MIT (Кембридж, МА) компаниясында әзірленген AMD технологиясына арналған 3DP лицензия иелерінің бірі және 1993 жылы тікелей қабық өндірісінің құю жүйесін (DSPC) шығарды (Chhabra and Singh, 2011). АМ техникасы үшін 3DP қолдана отырып, бұл жүйе металлдардың ІС үшін интегралды өзектері бар керамикалық қалыптарды (теріс) тікелей дайындайды. Бұл металл бөлшектерін құюға арналған балауыз үлгілері мен құралдарды қажет етуді жояды (Воглерс, 1992). DSPC процесі байланыстырушы әдісті қолданады және кейінгі өңдеуді қажет етеді (Carrion, 1997). Бұл процессте глиноземді (отқа төзімді) ұнтақтар коллоидты кремний байланыстырғышымен бірнеше реактивті басып шығару механизмімен бүрку арқылы өткізіледі. Ұнтақталған ұнтақ алынып, алынған қабық кез-келген құйылатын қорытпадан балқытылған металды құймас бұрын қатаң керамикалық қалып жасау үшін жағылады. DSPC кез-келген түрдегі кез-келген бөліктерді шығаруға болады. Мыс, қола, алюминий, кобальт хром, баспайтын болат және металл болаттан тұратын әр

түрлі металдар осы процессте өндірілген керамикалық қабықтарға сәтті

құйылды. Металл бөлшектерін әдетте 2-3 күнде шығаруға болады (МакМайнс, 1995). Сакс және т.б. (1992) никельдің супер легіріленген құймаларын өндіру үшін DSPC-мен жасалған керамикалық қабықтарды қолданғаны туралы хабарлады. DSPC прототиптер мен аз мөлшерде толық функционалды құймаларды жасау үшін қолданылады. 11- суретте DSPC процесін қолдану арқылы өндірілген автомобиль компонентінің металл құюы көрсетілген.



10-сурет- Zr14 IC үлгілерін қолдана отырып, 316L жарыс машинасының шығыс коллекторының инвестициялық құюы: (a) автоматтандырылған дизайн моделі; (b) үлгі; (c) қабықтың қалыптары; және (d) автоматтандырылған дизайн қорытындысы



11-сурет - Енгізу коллекторын құю қабықшаларды өндіру бойынша тікелей құюды пайдалану арқылы жүргізіледі

ҚОРЫТЫНДЫ

3D принтерінің тұжырымдамалары пайдаланылған қосымша материалдарды қолданбай түрлі-түсті элементтерді жүзеге асыра алады, бірақ содан кейін өңдеу әрекеттерінің шамалы саны да бар, ең бастысы, салыстырмалы түрде төмен шығындардың болуы, сонымен қатар басқа сауда тұжырымдамаларымен салыстыруға сәйкес айтарлықтай жылдамдық. АМ 3D принтерінің әдістемесі 1-ші таңдауды жасайды, сонымен қатар дизайнды визуализациялауды қарастыратын жаңа өнімдерді жасаушыларға арналған. Қазіргі уақытта 3D принтер тұжырымдамасы прототиптерді қалыптастыру үшін қолданылады, металды құю да қысыммен құю, сонымен қатар өнімдерді жасау мақсатында тікелей қолданылады. Оданда бөлек көптеген салаларда кеңінен қолданысқа еніп жатыр.

Диплом жазу кезінде толық орнатылған барлық абсолютті нәтиже әкелді.

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 References ASTM F2792-10, 2010. Standard terminology for additive manufacturing technologies. Published in July 2010. Available at: <http://compass.astm.org/Standards/HISTORICAL/>
- 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 *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 29, 79–88. Chua, C.K., 1994. Three-dimensional rapid prototyping technologies and key development areas.
- 7 Chhabra, M., Singh, R., 2011. Rapid casting solutions: A review. *Rapid Prototyping Journal* 17 (5), 328–350. Chia, H.N., Wu, B.M., 2015. Recent advances in 3D printing of biomaterials. *Journal of Biological Engineering* 9 (4), doi:10.1186/s13036-015-0001-4

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: Зайт Әділжан Ержанұлы ,

Название: Тетік жасау кезінде Big Area Additive Manufacturing аддитивті технологиясын қолдану

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

Коэффициент подобия 1:0

Коэффициент подобия 2:0

Замена букв:2

Интервалы:323

Микропробелы:9

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:

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

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

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

Дата



Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Метаданные

Название

Тетік жасау кезінде Big Area Additive Manufacturing аддитивті технологиясын қолдану

Автор

Зайт Әділжан Ержанұлы , Научный руководитель
PhD д-ф, қауым. профессор 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		2
Интервалы		323
Микропробелы		9
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		0

Объем найденных подобиий

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



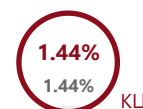
25

Длина фразы для коэффициента подобия 2



4360

Количество слов



35786

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)
------------------	------------	-----------------------------------------