

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

Қалжан Есенәлі Темірханұлы

«Өнімді дайындау кезінде Laser-Base Metal Deposition аддитивті
технологиясын қолдануды зерттеу»

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B071200 – Машина жасау

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Өнеркәсіптік инженерия кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

PhD д-ф, қауым. профессор

_____ Арымбеков Б.С.

« _____ » _____ 2020 ж.

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Өнімді дайындау кезінде Laser-Base Metal Deposition аддитивті технологиясын қолдануды зерттеу»

5B071200 – Машина жасау

Орындаған

Қалжан Есенәлі Темірханұлы

Ғылыми жетекші,

PhD д-ф, қауым. профессор

_____ Арымбеков Б.С.

« _____ » _____ 2020 ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Өнеркәсіптік инженерия кафедрасы

5B071200 – Машина жасау

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

PhD д-ф, қауым. профессор

_____ Арымбеков Б.С.

«___» _____ 2020 ж.

**Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Қалжан Есенәлі Темірханұлы

Тақырыбы «Өнімді дайындау кезінде Laser-Base Metal Deposition аддитивті технологиясын қолдануды зерттеу»

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

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

Дипломдық жобаның бастапқы берістері Laser-Based Metal Deposition технологиясын қолдануды зерттеу, және компоненттері

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі

а) *Laser-Based Metal Deposition процесін зерттеу*

б) *Laser-Based Metal Deposition компоненттерін анықтау*

в) *Nd:YAG лазерін зерттеу*

с) *Al лазерлік тұндыру зерттеу*

Ұсынылған негізгі әдебиет: 10 атау

Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәліметтер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе Laser-Based Metal Deposition технологиясын зерттеу		
Nd:YAG лазері, 3D принтер блогы, X-Y жұмыс үстелі қарастыру		
Материалды таңдауда		
Саптаманың балама конструкциясын анықтау		
Al лазерлік тұндыру		
Мыстың лазерлік шөгуі		

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жобаға қойған қолтаңбалары

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

Ғылыми жетекші _____ Арымбеков Б.С.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Қалжан Е. Т.

Күні «__» _____ 2020 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыста Laser-Based Metal Deposition процесін зерттелді қарастырылды. Laser-Based Metal Deposition процесіне сәйкес келетін фидер ұнтағының үздіксіз коаксиалды саптама 950°C дейін жоғары температураға төтеп беру үшін мыс саптама дайындау үшін шикізат ретінде пайдаланылады. Алдымен жұмсақ болаттан жасалған бүйірлік беру шүмегінің прототипі әзірленді. Лазер сәулесі қосылған кезде, ол ұнтақты балқытады және ол төсеніш материалында балқыту бастиегін құрайды.

Содан кейін қабат шөгіндісі болады, нәтижесінде CAD 3-D моделінде көрсетілген компонент пайда болады. Ұнтақты қоректендіргіштен жасалған ұнтақ аргон газының көмегімен саптамаға беріледі. Ұнтақ ағыны ағын бөлгішімен ұнтақты беру шүмегі үшін төрт тең ағынға бөлінген. Ағын жылдамдығы диск жылдамдығын реттеу арқылы реттеледі.

Осылайша, қабат шөгу үстел мен лазерлік бастың қозғалысы негізінде жүреді. Мыс саптамасы жобалық талаптарға сәйкес дайындалды. Ішкі бөлігі лазерлік бастың астында өңделген. Ішкі бөлігі-бұл лазерлік саптама, және ол бар лазерлік саптама сияқты өлшемдерге ие. Al ұнтағын пайдалана отырып эксперимент жүргізілді. Al ұнтағы қалыңдығы 1,6 мм жұмсақ болат пластинаға жағылды және лазер ұнтақ қабаты арқылы өту үшін жасалған. Осы эксперименттерден мыс пен алюминийдің тікелей металл шөгуі Nd:YAG орташа қуаты 150 Вт лазердің көмегімен мүмкін екенін байқадық.

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе рассмотрен процесс Laser-Based Metal Deposition. Непрерывная коаксиальная насадка порошка фидера, соответствующая процессу Laser-Based Metal Deposition, используется в качестве сырья для изготовления медной насадки, чтобы выдерживать высокую температуру до 950°C. Сначала был разработан прототип бокового передаточного сопла из мягкой стали. При добавлении лазерного излучения он расплавляет порошок и образует плавильные головки в материале подложки.

После этого происходит отложение слоя, в результате которого образуется компонент, указанный в модели CAD 3-D. Порошок из порошкового питателя подается в насадку с помощью аргонного газа. Порошковый поток разделен на четыре равного потока для подачи порошка с разделителем потока потока. Скорость потока регулируется путем регулирования скорости диска.

Таким образом, слой происходит на основе осаждения стола и лазерной головки. Медная насадка изготовлена в соответствии с проектными требованиями. Внутренняя часть обработана под лазерной головкой. Внутренняя часть-это лазерная насадка, и она имеет такие размеры, как лазерная насадка. Был проведен эксперимент с использованием порошка Al. Порошок Al был нанесен на мягкую стальную пластину толщиной 1,6 мм и изготовлен для прохождения лазерного порошкового слоя. Из этих экспериментов мы заметили, что прямая металлическая осадка меди и алюминия возможна с помощью лазера Nd:YAG средняя мощность 150 Вт.

ANNOTATION

The thesis considers the process of Laser-Based Metal Deposition. The continuous coaxial feeder powder nozzle, corresponding to the Laser-Based Metal Deposition process, is used as the raw material for making the copper nozzle to withstand high temperatures up to 950°C. First, a prototype of a side transfer nozzle made of mild steel was developed. When laser radiation is added, it melts the powder and forms melting heads in the substrate material.

After this, the layer is deposited, resulting in the component specified in the CAD 3-d model. The powder from the powder feeder is fed into the nozzle using argon gas. The powder flow is divided into four equal flows to feed the powder with a flow divider. The flow rate is regulated by adjusting the disk speed.

Thus, the layer is based on the deposition of the table and the laser head. The copper nozzle is manufactured in accordance with the design requirements. The inner part is processed under the laser head. The inner part is a laser nozzle, and it has the same dimensions as a laser nozzle. An experiment was performed using Al powder. The Al powder was applied to a 1.6 mm thick soft steel plate and made to pass through a laser powder layer. From these experiments, we noticed that direct metal precipitation of copper and aluminum is possible with an Nd:YAG laser with an average power of 150 W.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Laser-Based Metal Deposition	11
1.1 Laser-Based Metal Deposition процесі	12
2 Laser-Based Metal Deposition компоненттері	14
2.1 Nd:YAG лазері	14
2.3 3D принтер блогы	14
2.4 X-Y жұмыс үстелі	15
2.4.1 Ұнтақ Қоректендіргіш	15
2.4.2 Коаксиалды саптама	16
2.5 Саптама құрылымы	18
2.5.1 Бүйірлі саптама	18
2.5.2 Коаксиалды Саптаманының Құрылымы	19
2.5.3 Материалды таңдауда	21
2.6 Мыс саптама дайындау	22
2.7 Саптаманың балама конструкциясы	22
3 Металдарды лазерлік тұндыру	23
3.1 Al лазерлік тұндыру	23
3.2 Мыстың лазерлік шөгуі	23
Қорытынды	28
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	29

КІРІСПЕ

Үш өлшемді басып шығару-аддитивті өндіріс технологиясы, процесс автоматтандырылған жобалау жүйесінің бағдарламалық қамтамасыз етуін (Computeraided design — CAD) пайдалана отырып, компьютерлік модельдеу арқылы виртуалды жобалау деректерін алудан басталады.

3D басып шығару машинасы CAD моделінің файлынан алынған деректерді бағдарламалық (Computer-aided manufacturing — CAM) модульдердің көмегімен оқиды, деталь қабаттарға бөлінеді, олардың әрқайсысы үшін технологиялық және геометриялық факторлардың көптігін ескеруі мүмкін құралды жылжыту траекториясы автоматты түрде жасалады.

Laser-Based Metal Deposition процесінде материалдың шығыны аз болады және функционалды компоненттерді тікелей CAD моделінен шығаруға болады. Осылайша, өндірістің жалпы құны азаяды және ұнтақ сияқты компоненттерді өндіруге кететін уақытты 40% дейін қысқартуға болады. Laser-Based Metal Deposition факторлардың әсерінен құрал-жабдықтардың аз шығынына, соның ішінде жұмыс күшінің және негізгі құрал-жабдықтардың шығындарының азаюына әкеледі.

Laser-Based Metal Deposition процесінде жоғары қуатты лазер газды металдандырылған ұнтақтан бөлшектерді қабат-қабат құрады. Бұл процесс бес технологияны біріктіреді: лазерлер, автоматтандырылған дизайн (CAD), автоматтандырылған өндіріс (CAM), сенсорлар және ұнтақты металлургия. Осы процестің нәтижесінде Nd:YAG лазерлік сәуленің құрал-саймандық болаттан жасалған тегіс дайындамаға немесе балқытылған металл ваннасын жасау үшін алдын ала қалыптасқан пішінді фокустау арқылы бөлшектер жасалады.

Ұнтақ бүрку үшін осьтен тыс форсунка тек 2D-қосымшалар үшін жарамды, өйткені киген жол сканерлеу бағытына байланысты. Ұнтақты бүрку үшін коаксиалды шүмекті қолдану-бұл 2D және 3D бөлшектерін қалпына келтіру процестері, өйткені көптеген бөлшектер (мысалы, қанаттардың ұштары) шағын жолдарды талап етеді. Ұнтақты үзік коаксиалды бүрку негізгі артықшылығы-ұнтақ ағынына әсер етпей, қысым бастарын еңкейту мүмкіндігі. Бұл функция көп осьтік шөгуді жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Laser-Based Metal Deposition үшін үздіксіз коаксиалды саптама қолданылады.

Laser-Based Metal Deposition процесіне сәйкес келетін фидер ұнтағының үздіксіз коаксиалды саптама 950°C дейін жоғары температураға төтеп беру үшін мыс саптама дайындау үшін шикізат ретінде пайдаланылады. Алдымен жұмсақ болаттан жасалған бүйірлік беру шүмегінің прототипі әзірленді.

Лазер сәулесі қосылған кезде, ол ұнтақты балқытады және ол төсеніш материалында балқыту бастиегін құрайды. Содан кейін қабат шөгіндісі болады, нәтижесінде CAD 3-D моделінде көрсетілген компонент пайда болады.

Ұнтақты қоректендіргіштен жасалған ұнтақ аргон газының көмегімен саптамаға беріледі. Ұнтақ ағыны ағын бөлгішімен ұнтақты беру шүмегі үшін төрт тең ағынға бөлінген. Ағын жылдамдығы диск жылдамдығын реттеу арқылы реттеледі. Осылайша, қабат шөгу үстел мен лазерлік бастың қозғалысы негізінде жүреді.

Мыс саптамасы жобалық талаптарға сәйкес дайындалды. Ішкі бөлігі лазерлік бастың астында өңделген. Ішкі бөлігі-бұл лазерлік саптама, және ол бар лазерлік саптама сияқты өлшемдерге ие. Al ұнтағын пайдалана отырып эксперимент жүргізілді. Al ұнтағы қалыңдығы 1,6 мм жұмсақ болат пластинаға жағылды және лазер ұнтақ қабаты арқылы өту үшін жасалған. Осы эксперименттерден мыс пен алюминийдің тікелей металл шөгуі Nd:YAG орташа қуаты 150 Вт лазердің көмегімен мүмкін екенін байқадық.

1 Laser-Based Metal Deposition

Қазіргі уақытта күрделі формадағы көлемді бұйымдарды үш өлшемді (3D) басып шығару немесе жылдам прототиптеу (rapid prototyping) "XXI ғасырдың технологиясы" ретінде қарастырылады, ол өнеркәсіптік өндіріс пен экономиканың құрылымын түбегейлі өзгертеді, бөлшектерді автоматты жобалауды, әр түрлі бұйымдарды дайындаудың икемділігі мен жылдамдығын, өндірісті үлкен кәсіпорындардан ұсақ кәсіпорындарға қайта бөлуді немесе тікелей тұтынушыда бөлшектерді дайындауды қамтамасыз етеді [1].

Үш өлшемді басып шығару-аддитивті өндіріс технологиясы, процесс автоматтандырылған жобалау жүйесінің бағдарламалық қамтамасыз етуін (Computeraided design — CAD) пайдалана отырып, компьютерлік модельдеу арқылы виртуалды жобалау деректерін алудан басталады.

3D басып шығару машинасы CAD моделінің файлынан алынған деректерді бағдарламалық (Computer-aided manufacturing — CAM) модульдердің көмегімен оқиды, деталь қабаттарға бөлінеді, олардың әрқайсысы үшін технологиялық және геометриялық факторлардың көптігін ескеруі мүмкін құралды жылжыту траекториясы автоматты түрде жасалады.

Бұл жұмыстың негізгі мақсаты, аддитивті технологияларды қолдану кезіндегі, атап айтқанда Laser-Based Metal Deposition технологиясын зерттеу болып табылады.

Laser-Based Metal Deposition технологиясы - бұл бөлшектер лазерлік балқыту және қатайту арқылы металл ұнтағынан жасалынатын аддитивті өндіріс процесі. Бұл процесс кәдімгі жылдам прототиптеу процесіне ұқсас, бірақ айырмашылығы - пластикалық полимерлерден гөрі металл ұнтағы мен тіпті металл болаттарын басып шығуға болады. Laser-Based Metal Deposition көмегімен болат немесе алюминий сияқты нақты материалдан дайындалған бөлшектерді, қалыптарды және қалыптарды өндіру немесе қайта конфигурациялау мүмкін.

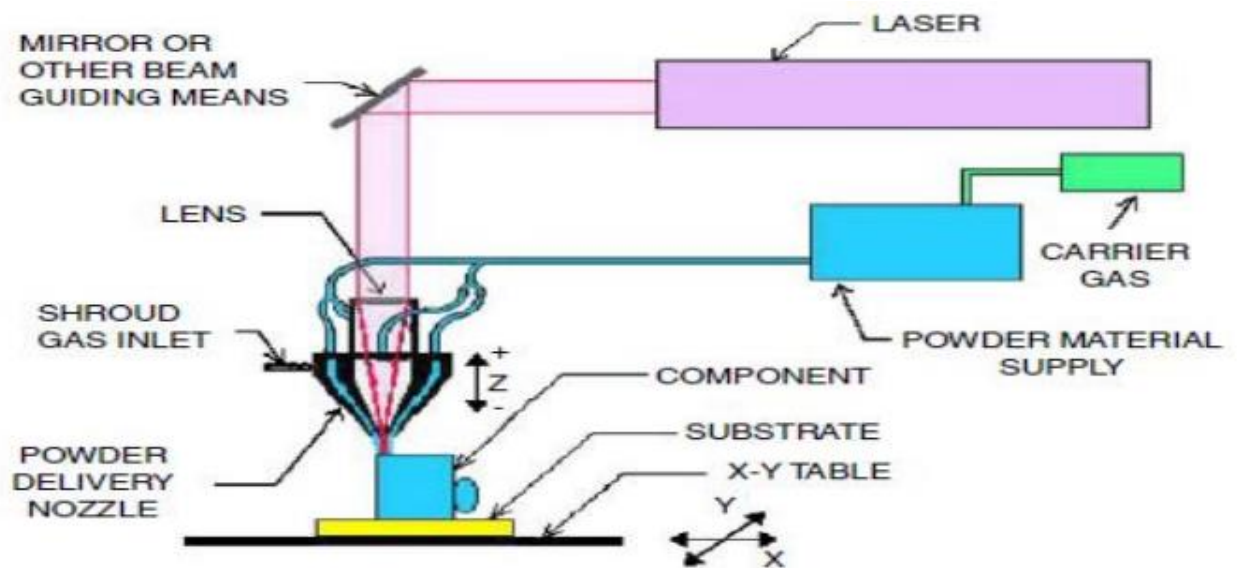
Laser-Based Metal Deposition процесінде материалдың шығыны аз болады және функционалды компоненттерді тікелей CAD моделінен шығаруға болады. Осылайша, өндірістің жалпы құны азаяды және ұнтақ сияқты компоненттерді өндіруге кететін уақытты 40% дейін қысқартуға болады. Laser-Based Metal Deposition факторлардың әсерінен құрал-жабдықтардың аз шығынына, соның ішінде жұмыс күшінің және негізгі құрал-жабдықтардың шығындарының азаюына әкеледі. Өндірілген компоненттер әдеттегі процестермен салыстырғанда жоғары сапалы және әдетте металды тікелей тұндыру арқылы алынған бөлшектер, әдетте, тез тазалау үшін 0,025 мм өлшеміне ие. Жоғарыда

көрсетілген артықшылықтар Laser-Based Metal Deposition маңыздылығын көрсетеді. Қалдықты тұндыру кезінде пайдаланылмаған металл ұнтағын қайта пайдалану арқылы азайтуға болады. Демек, бұл процесс үнемді және экологиялық таза.

1.1 Laser-Based Metal Deposition процесі

Laser-Based Metal Deposition процесінде жоғары қуатты лазер газды металдандырылған ұнтақтан бөлшектерді қабат-қабат құрады. Бұл процесс бес технологияны біріктіреді: лазерлер, автоматтандырылған дизайн (CAD), автоматтандырылған өндіріс (CAM), сенсорлар және ұнтақты металлургия. Осы процестің нәтижесінде Nd:YAG лазерлік сәуленің құрал-саймандық болаттан жасалған тегіс дайындамаға немесе балқытылған металл ваннасын жасау үшін алдын ала қалыптасқан пішінді фокустау арқылы бөлшектер жасалады. Laser-Based Metal Deposition жүйесі CAD моделінің геометриясына сәйкес Nd: YAG лазермен байланысты коаксиалды шүмекті басқару және фокус оптикалық басқару үшін басқарылатын жоғары порталдан тұрады. Құрал-саймандық қорытпа немесе таза мыс болуы мүмкін металл ұнтақ борттық ұнтақты қоректендіргіштерден берілген жылдамдықпен шүмегіге инертті газбен беріледі.

Металл ұнтақ инертті газбен қорғалған ортада көлденең сәуле энергиясының көзі арқылы балқыту бастиегіне қосылады. Бұл металл қабаттап шөгуге әкеледі, және ақырында, біз CAD үлгісінің дәлдігі мен геометриясы ұқсас 3D бөлшегін аламыз. Осы процесспен байланысты салқындату жылдамдығы құрал-саймандық Болаттың шөгуінің құрылымын шыңдаумен алынған құрылымға ұқсас етеді. – 1 суретте лазер негізінде металдарды тікелей тұндыру процесінің сызбалық көрінісі ұсынылған [6].



1-сурет- Лазер негізінде металдарды тікелей тұндыру процесін схемалық түрде ұсыну

Төменде Laser-Based Metal Deposition процесінің сипаттамалары:

- Өлшем дәлдігі 0,25мм .
- Толық тығыз металл компоненттер жасалады.
- Микроқұрылым осы процесс арқылы басқарылады .
- Ол әртүрлі материалдарды жасай алады.
- Ол сондай-ақ ішкі геометрияны бақылайды.

2 Laser-Based Metal Deposition компоненттері

2.1 Nd:YAG лазері

Nd: YAG (неодим-легирленген иттрий-алюминий гранаты; ND: Y₃Al₅O₁₂) - қатты денелі лазерлер үшін генерациялау ортасы ретінде пайдаланылатын кристалл. Легирлеуші қоспа ретінде үш рет иондалған неодим Nd (III), негізгі иттрий-алюминий гранатының (YAG) кристалдық құрылымындағы иттрий иондарының шағын үлесі(1%) қолданылады, себебі бұл екі ион бірдей өлшемге ие. Ион кристалдағы лазерлік белсенділікті қамтамасыз етеді. Nd сәулеленетін жарық толқынының ұзындығы: YAG лазермен, әдетте 1064 нм, инфрақызыл диапазонда орналасады. Лазерлердің бұл түрі әртүрлі металдар мен пластмассаларды нақыштау, өңдеу немесе жасау үшін қолданылады, сондай-ақ лазерлік тегістеу сияқты металл бетін жақсарту процестерінде қолданылады. Олар болат, жартылай өткізгіш және әртүрлі қорытпаларды кесу және дәнекерлеу үшін кеңінен қолданылады. Бұл лазер әдетте 1-ден 5 кВт-ға дейін қуат деңгейін талап ететін Laser-Based Metal Deposition процесі үшін қолданылады. Бұл лазер біздің Автоматты PSG лазер кесу үшін пайдаланылады.

Лазердің Ерекшелігі:

- Лазер түрі: импульстік Nd: YAG лазер
- Толқын ұзындығы: 1.064 мкм
- Максимум. Энергия: 50 Дж
- Орташа. қуаты: 150 Вт
- Импульстің ені: 1 мс-20 мс
- Режим сапасы: көпжимді
- Сәуле диаметрі: 10 мм
- Айырмашылық: 6 мрад.

2.3 3D принтер блогы

3D принтер блогы жоғары басқару порталы бар және ол CAD моделінің геометриясымен байланысты CAM құралы траекториясының деректеріне сәйкес Nd:YAG лазермен байланысты соплы мен фокус оптикасын басқару үшін пайдаланылады. Күрделі бөлшектерді жасау үшін 5 осьтік 3D принтер порталы бар 3D принтер блогы қолайлы. Енді біз SIEMENS-SINUMERIK control 3-осьтік 3D принтер лазерлік басу машинасы үшін пайдаланамыз. 3-осьтік жылжуды басқару үшін пайдаланылатын 3D принтер блогы 2-суретте көрсетілген.



2-сурет - 3D принтер блогы үшін 3-осьтік LBMD

2.4 X-Y жұмыс үстелі

Бұл жұмыс үстелі, оған төсеуге жататын төсеніш салынады және X-Y жазықтығында қабат шөгіндісі жүреді. Бұл 2-D қабаттар 3-D компонентін құрай отырып бірге қорытылады. Жұмыс кестесі 3D принтер лазерін басу автоматында қол жетімді. Жұмыс үстелінің өлшемі 1600 x 600 x 20 мм Laser-Based Metal Deposition процесінің жұмыс кестесі 3-суретте көрсетілген.



3-сурет - X-Y жұмыс үстелі

2.4.1 Ұнтақ Қоректендіргіш

Laser-Based Metal Deposition процессі үшін қолданылатын ұнтақ қоректендіргіш гравитациялық ұнтақ хопперден төмен өтеді. Содан кейін ол екі ойығы бар дискіге түсіріледі, диск айналады, қозғалтқыш қосылады. Айналмалы диск ұнтақты біркелкі таратады және ол саңылауға түскен кезде тасымалдаушы газбен араласады. Әдетте газ тасымалдаушы ретінде аргон

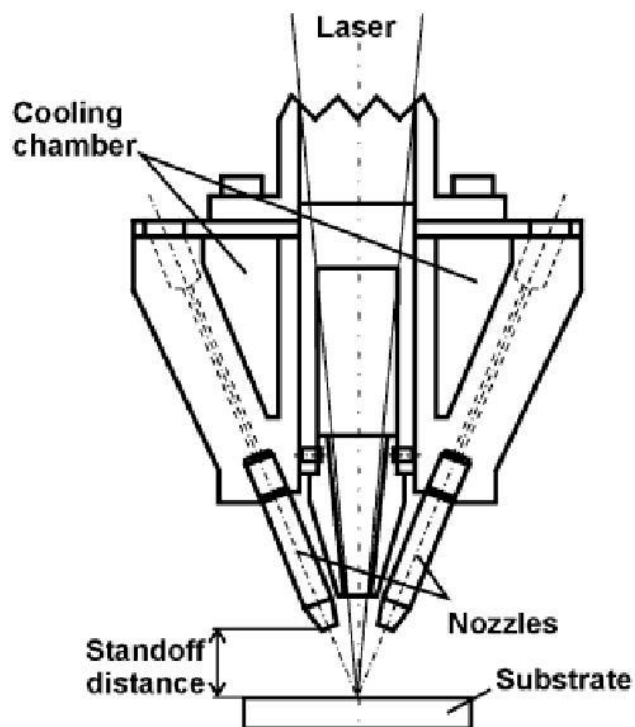
қолданылады. Ұнтақ ағынының саны диск айналу жылдамдығын арттырумен артады. Газ ағынының шамасы және оның қысымы ұнтақ табиғатына байланысты болады. Ұнтақты қоректендіргіш Ion Arc private limited, Mumbai компаниясымен жасалған. Содан кейін бір ағын ағынның бөлгіші арқылы төрт тең ағынға бөлінеді, және, ақырында, төрт түтікшелер коаксиалды шүмегіне қосылады. Бөлшектер өлшемі 45-тен 200 мкм-ге дейін Laser-Based Metal Deposition -де қолданылуы мүмкін. Коаксиалды шүмекке металл ұнтағын беру үшін ұнтақты қоректендіргіштің гравитациялық берілуі 4-суретте көрсетілген.



4-сурет- Дискілік гравитациялық ұнтақ қоректендіргіш

2.4.2 Коаксиалды саптама

Ұнтақты берудің ішкі жүйесі ұнтақ қоректендіргіштерден және радиалды-симметриялық орналасудан тұрады. Саптама осы процесте өте маңызды рөл атқарады. Шүмекті құрылғы лазерлік бүрку бастиегінің бөлігі ретінде ұнтақ беру жүйесінің негізгі компоненті болып табылады. Саптама дұрыс конструкциясы қаптау процесін жылдам аяқтауға мүмкіндік береді. – 5 суретте Laser-Based Metal Deposition ұнтағын беру жүйесінде қолданылатын коаксиалды саптама орналасуы көрсетілген. Бүрку басы лазерлік жарықты, ұнтақ пен қорғаныс газын қамтамасыз етеді. Төрт радиалды симметриялы шүмек арқылы инертті газбен тасымалданатын ұнтақ лазерлік сәулемен жасалатын балқытылған ваннаға бүріледі. Ұнтақты беру жылдамдығы ұнтақты беру дискілерінің айналу жылдамдығына байланысты 0,3 г/мин-ден 50 г / мин-ге дейін ауытқиды.



5-сурет- Ұнтақты беру жүйесінің шүмегі.

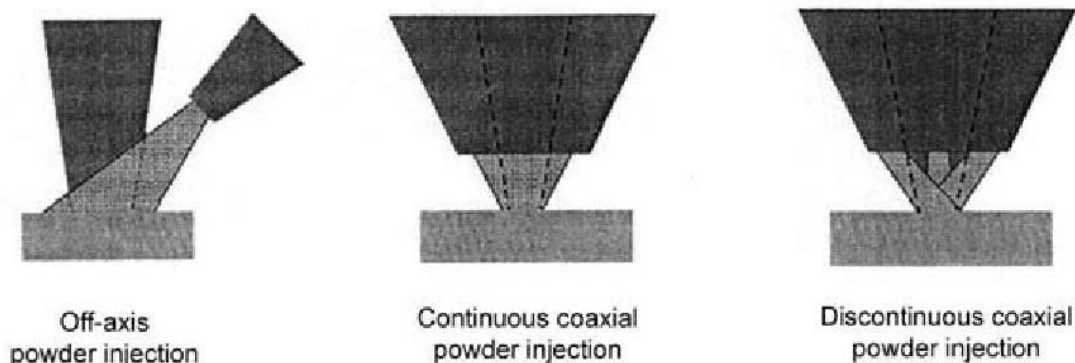
Ұнтақты енгізудің үш түрлі жолы бар:

А. майсыз ұнтақ бүрку (бір ұнтақ ағыны лазер сәулесіне бүйірден беріледі)

В. үздіксіз коаксиальді ұнтақ бүрку (лазер сәулесін жасайтын ұнтақ ағынының конусы)

С. ұнтақты үзік коаксиалды бүрку (үш немесе одан көп ұнтақ ағыны коаксиалды лазерлік сәулеге беріледі).

Ұнтақ бүрку үшін осьтен тыс форсунка тек 2D-қосымшалар үшін жарамды, өйткені киген жол сканерлеу бағытына байланысты. Ұнтақты бүрку үшін коаксиалды шүмекті қолдану-бұл 2D және 3D бөлшектерін қалпына келтіру процестері, өйткені көптеген бөлшектер (мысалы, қанаттардың ұштары) шағын жолдарды талап етеді. Ұнтақты үзік коаксиалды бүрку негізгі артықшылығы-ұнтақ ағынына әсер етпей, қысым бастарын еңкейту мүмкіндігі. Бұл функция көп осьтік шөгуді жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Laser-Based Metal Deposition үшін үздіксіз коаксиалды саптама қолданылады.



6-сурет- Ұнтақ құю тәсілдері

2.5 Саптама құрылымы

2.5.1 Бүйірлі саптама

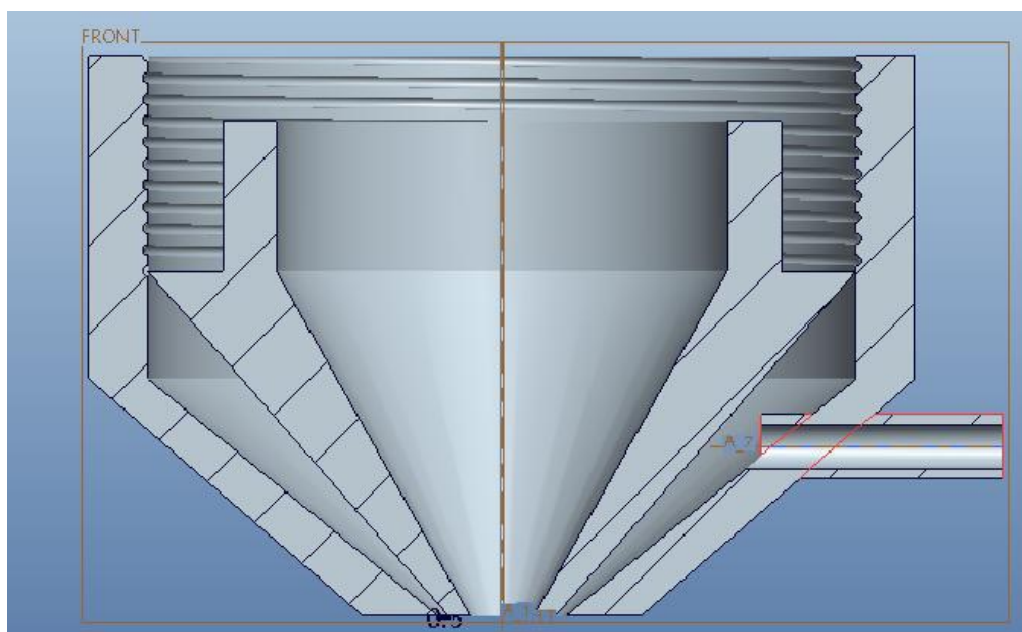
Laser-Based Metal Deposition процесіне сәйкес келетін фидер ұнтағының үздіксіз коаксиалды саптама 950°C дейін жоғары температураға төтеп беру үшін мыс саптама дайындау үшін шикізат ретінде пайдаланылады. Алдымен жұмсақ болаттан жасалған бүйірлік беру шүмегінің прототипі әзірленді. Ол 6 суретте көрсетілгендей үш бөліктен тұрады. Сыртқы бөлігі ұнтақ беруге арналған және диаметрі 2 мм ұнтақ берудің бүйірлік түтігінен тұрады. Ішкі және сыртқы шүмектің арасындағы саңылау ұнтақ ағынына мүмкіндік береді және ол конус түрінде болады. Лазер сәулесі қосылған кезде, ол ұнтақты балқытады және ол төсеніш материалында балқыту бастиегін құрайды. Содан кейін қабат шөгіндісі болады, нәтижесінде CAD 3-D моделінде көрсетілген компонент пайда болады.



6.1-сурет- Шүмектің сыртқы бөлімі



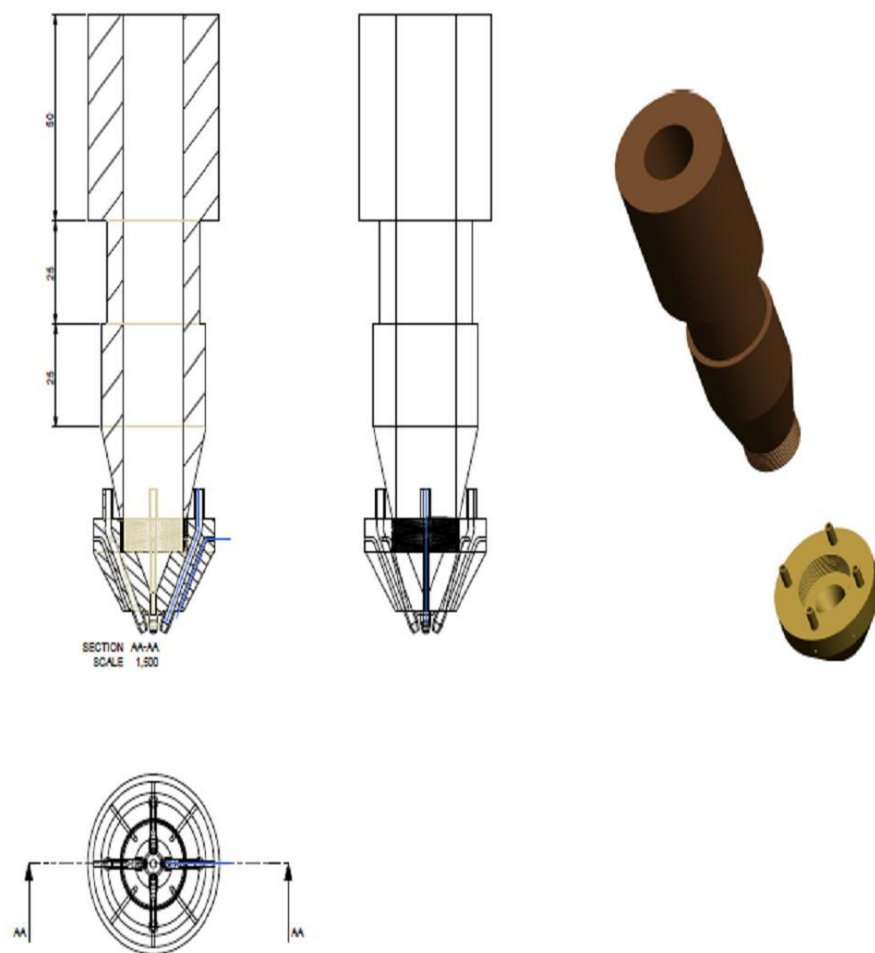
6.2-сурет- Лазердің және ішкі шүмегі, прототип шүмегінің бөліктері



6.3-сурет- Бүйірлік саптама конструкциясы

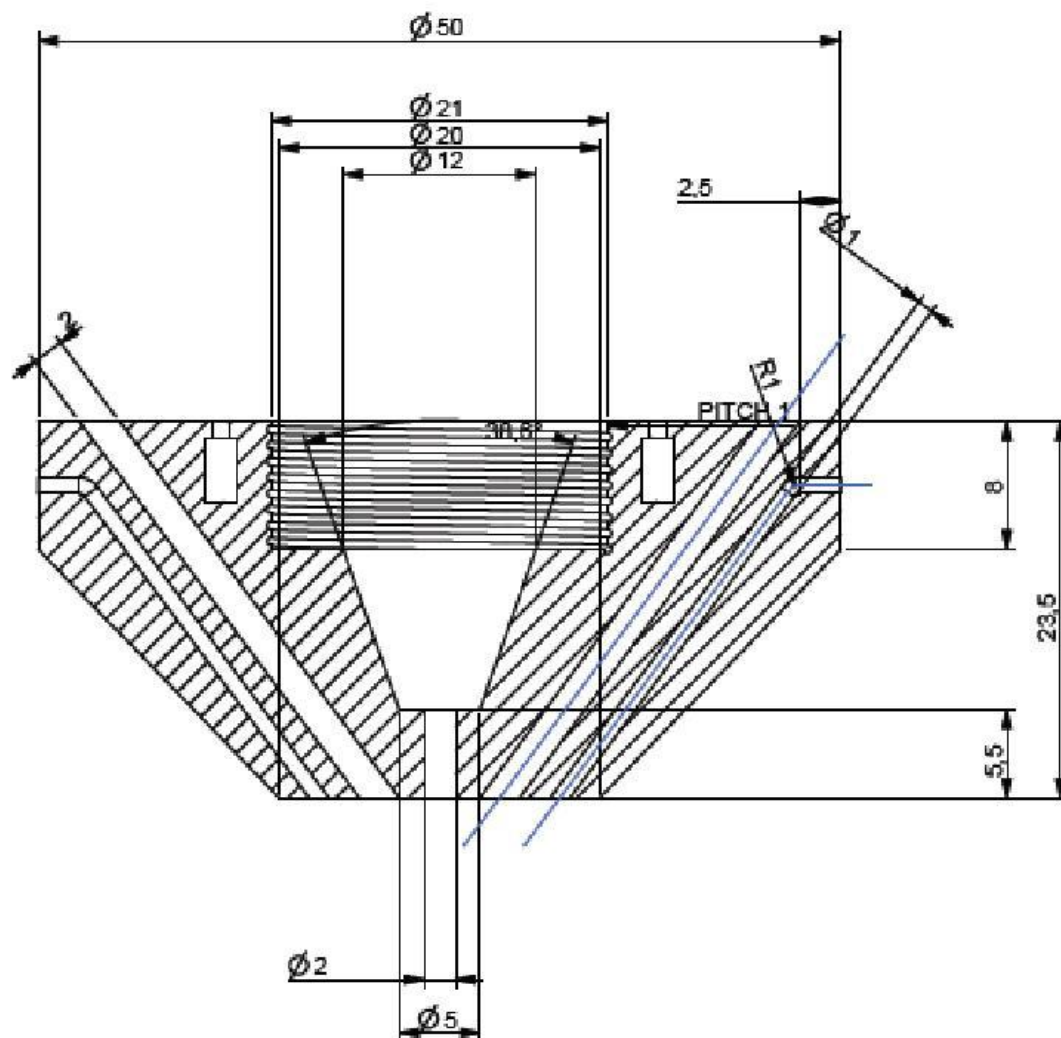
2.5.2 Коаксиалды саптаманының құрылымы

Әдеби шолуға негізделген және DMD 105D шоғырына ұқсас коаксиальды саптама конструкциясы әзірленді. Коаксиалды саптама диаметрі 2 мм ішкі лазерлік саптамадан және төрт ұнтақты қоректендіргіш шүмектен тұратын бірыңғай бөлшекті білдіреді. Саптаманың құрылымы және коаксиалды саптаманың орналасуы 7-суретте көрсетілген.



7-сурет- Шүмектің және лазерлік бастың торабы

Ұнтақты қоректендіргіштен жасалған ұнтақ аргон газының көмегімен саптамаға беріледі. Ұнтақ ағыны ағын бөлгішімен ұнтақты беру шүмегі үшін төрт тең ағынға бөлінген. Ағын жылдамдығы диск жылдамдығын реттеу арқылы реттеледі. Осылайша, қабат шөгу үстел мен лазерлік бастың қозғалысы негізінде жүреді. – 8-суретте коаксиалды шүмектің құрылымы көрсетілген.



8-сурет- Коаксиалды шүмек конструкциясы

2.5.3 Материалды тандауда

Шүмек материалы:

- мыс

Төсеніш материалы:

- Жұмсақ болат
- Алюминий
- Керамика

Технологиялық материал:

- Алюминий
- Мыс және оның қорытпалары

2.6 Мыс саптама дайындау

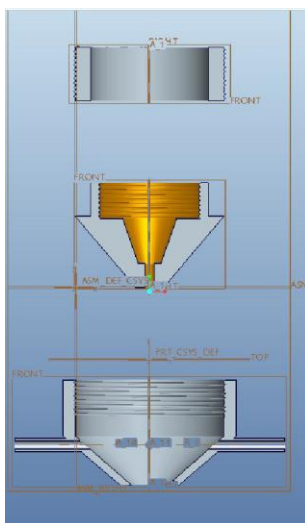
Мыс саптамасы жобалық талаптарға сәйкес дайындалды. Ішкі бөлігі лазерлік бастың астында өңделген. Ішкі бөлігі-бұл лазерлік саптама, және ол бар лазерлік саптама сияқты өлшемдерге ие. Содан кейін саптаманы оның габаритіне тексеріп, ол берілген шектерге жақсы төселеді. Ол сондай-ақ лазерлік бастармен жақсы үйлеседі. Шүмектің және лазерлік бастың түйіні 9-суретте көрсетілген.



9-сурет- Шүмектің және лазерлік бастың торабы

2.7 Саптаманың балама конструкциясы

Саптаманың балама құрылымы саптаманың прототипіне негізделген және жалғыз айырмашылық ұнтақ ағыны үздіксіз және коаксиалды болады. Коаксиалды шүмектің балама құрылымы сақиналы болып табылады және 10-суретте көрсетілген. Ұзындығы 30 мм үшін 54° бұрышындағы тесіктерді құруда қиындығы бар болғандықтан, коаксиальды шүмектер баламалы шүмектің негізінде жасалады.



10-сурет - Саптаманың баламалы құрылымы

3 Металдарды лазерлік тундыру

3.1 Al лазерлік тундыру

Al ұнтағын пайдалана отырып эксперимент жүргізілді. Al ұнтағы қалыңдығы 1,6 мм жұмсақ болат пластинаға жағылды және лазер ұнтақ қабаты арқылы өту үшін жасалған. Al ұнтағы жартылай балқытылған және 11-суретте көрсетілгендей ұзындығы 65 мм және ені 1 мм бір қабат тұнған.



11-сурет- Al лазерлік тундыру

3.2 Мыстың лазерлік шөгуі

Эксперимент 1.

Эксперимент 12-суретте көрсетілгендей жұмсақ болаттан жасалған дайындамада жүргізілді. Мыс ұнтағы дайындаманың жоғарғы бетіне 13-суретте көрсетілгендей жағылды, яғни басылды. Содан кейін лазерлік жентектеу жүргізілді. Ток 250 А орнатылған.



12-сурет- Жұмсақ болаттан жасалған төсеніш



13-сурет- жоғарғы бетіне жағылған мыс ұнтағы

Бақылау: Лазер сәулесі әлсіз Болат жұмыс бөлігінің жоғарғы бетінде салынған бір қабатты мыс ұнтағынан өту үшін жасалған. Алдымен мыс ұнтағының булануы болды. Бұл жолы мыс ұнтағының ішінара булануы болды. Ұнтақтың аз мөлшерін ғана пісіріңіз.

Эксперимент 2

Бұл жолы ток 250 а-дан 150 А-ға дейін азайды. Бақылау: бұл экспериментте мыс ұнтағы толығымен пісіріліп, 14-суретте көрсетілгендей бір қабатқа төселген.



14-сурет- Мыстың бір қабатты шөгуі

Эксперимент 3

Осы жолы сол эксперимент суретте көрсетілген дайындаманың бүйірлік бетінде қайталанды. 15-суретте екінші эксперименттегі параметрлермен бірдей.

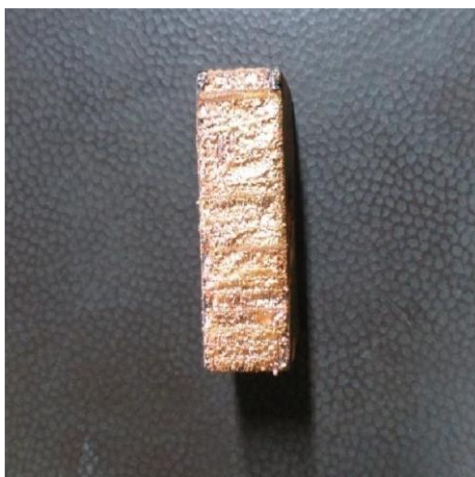
Содан кейін бірінші қабатты лазерлік жентектеу жүргізілді. 16-суретте көрсетілгендей мыс ұнтағының екінші қабаты жағылған және пісірілген.17. Бірінші қабаттың шөгіндісі X бағытында, ал екінші қабаттың шөгіндісі у бағытында, яғни бірінші қабатқа перпендикуляр болды. Осыған ұқсас эксперимент әртүрлі геометриялы материалдарда жүргізілді, 18- суретте көрсетілгендей Мыстың көп қабатты шөгуіне әкелді.



15-сурет- Бұрку алдындағы дайындау



16-сурет- Мыстың бір қабатты лазерлік тозаңдануы.



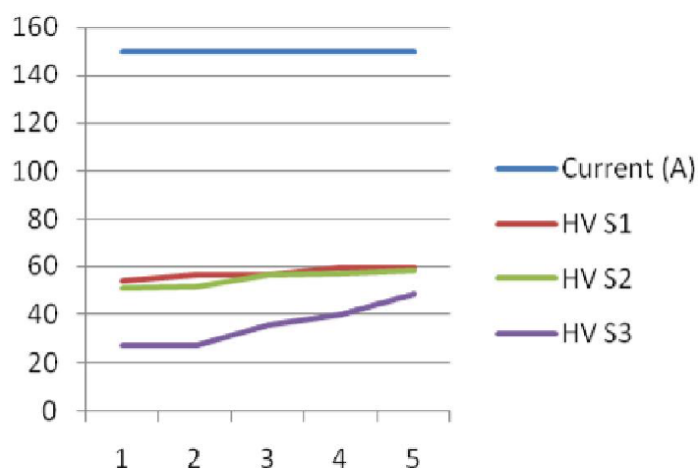
17-сурет- Мыс және екі қабатты лазерлік бүрку.



18-сурет- әртүрлі геометриялы әр түрлі материалдарға мыс көп қабатты тозаңдату

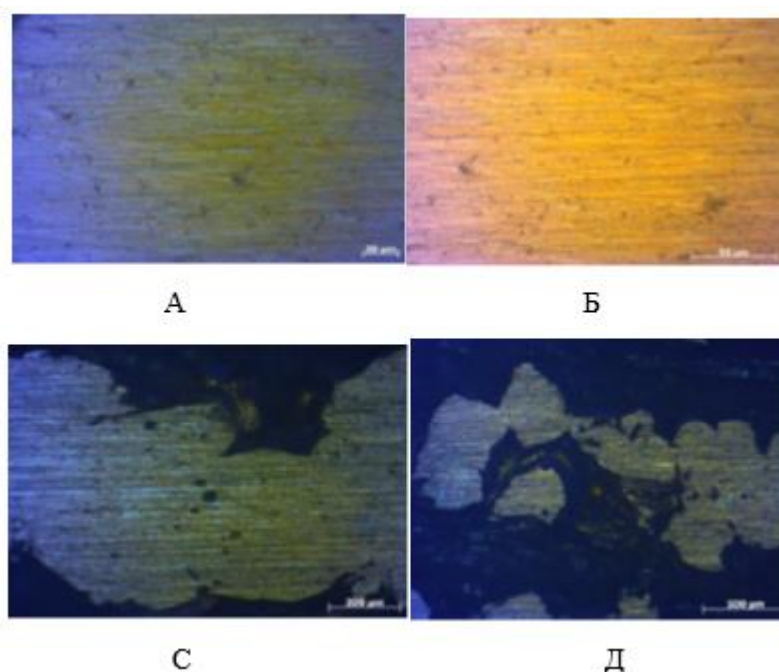
1-кесте- Виккерс қаттылығының мәні үш түрлі үлгілер үшін

S No.	Current (A)	HV S1	HV S2	HV S3
1	150	53.72	51.08	27.15
2	150	56.33	51.72	27.20
3	150	56.33	56.82	35.64
4	150	59.70	57.27	39.72
5	150	59.80	58.56	48.58



19-сурет: үш түрлі үлгілер үшін Виккерс қаттылығының мәнін салыстыру

Мыстың бір қабатты шөгуінің микроскопиялық бейнелері



20-сурет: Әртүрлі ұлғайған кезде бір қабатты шөгінді Мыстың микроскопиялық бейнелері

Осы эксперименттерден мыс пен алюминийдің тікелей металл шөгуі Nd:YAG орташа қуаты 150 Вт лазердің көмегімен мүмкін екенін байқадық. 19 суретте келтірілген кестеден., қаттылық мөлшері қабаттар санының ұлғаюымен азаяды. Бұл тотығу салдарынан болады. 20 суретте көрсетілген микроскопиялық бейнелерден, мыс қабаты кеуекті болып табылады. Бұл тотығумен байланысты. Сондықтан параметрлер қабаттың беріктігін арттыру үшін оңтайландырылуы тиіс, ал тұндыру инертті газ атмосферасында жүргізілуі тиіс.

ҚОРЫТЫНДЫ

Диплом жазу барысында барлық қойылған мақсаттарға толық қол жеткізілді.

Осылайша, лазерлік кесу станогы ол тікелей металл тұндыру жасайды, осылайша түрлендірілді. Біз LBMD процесіне сәйкес келетін соплоны модификацияладық. Болашақ жұмыс инертті газ атмосферасында түрлі металдар мен қорытпалардан жасалған бөлшектерді дайындау және олардың қасиеттерін тексеру болып табылады. Ағымдағы процесс жартылай автоматты болып табылады, бірақ біз қателер мен уақыт шығындарын азайту үшін осы процесті автоматтандыруға тиіс.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Srdja Zekovic, Rajeev Dwivedi, Radovan Kovacevic, An Investigation of Gas-Powder Flow in Laser-Based Direct Metal Deposition, International Journal of Machine Tools & Manufacture 47 (2007) 112–123.
- 2 J. Choi, Y. Hua, Dimensional and material characteristics of direct deposited H13 tool steel by CO2 laser, Journal of Laser Applications 16 (4) (2004) 245–251.
- 3 J. Mazumder, D. Dutta, A. Ghosh, N. Kikuchi, Designed materials: what and how, Proceedings of the SPIE 4831 (2003) 505–516.
- 4 Lijun Song, Vijayavel Bagavath-Singh, Bhaskar Dutta, Jyoti Mazumder, Control of melt pool temperature and deposition height during direct metal deposition process, International Journal on Advanced Manufacturing Technology (2012) 58:247–256.
- 5 Han L, Liou FW, Phatak KM (2004), Modeling of laser cladding with powder injection. Metall Mater Trans B-Proc Metall Mater Proc Sci 35(6):1139–1150.