

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

Жоламанов Нұрлан Елеусізұлы

«Әр түрлі қызмет салаларында 3D басып шығару технологиясын  
қолдану»

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: «Әр түрлі қызмет салаларында 3D басып шығару технологиясын қолдану»

5B071200 – Машина жасау

Орындаған

Жоламанов Нұрлан Елеусізұлы

Ғылыми жетекші,

\_\_\_\_\_ Дүйсенғали А.М.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 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 Жоламанов Нұрлан Елеусізұлы

Тақырыбы «Әр түрлі қызмет салаларында 3D басып шығару технологиясын қолдану»

Университет ректорының «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ ж. № \_\_\_\_\_ бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берістері Әр түрлі қызмет салаларында 3D басып шығару технологиясын қолдану

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі

а) 3D басып шығару технологиялар түрлері зерттеу

б) 3D басып шығарумен конструкциясы

в) Геометриялық конструкция және рұқсатнамалар

Ұсынылған негізгі әдебиет: 13 атау

Дипломдық жобаны дайындау  
**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәліметтер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе. Әр түрлі қызмет салаларында 3D басып шығару технологиясын қолдану		
Тәжірбиелік бөлім		
3D басып шығарумен конструкциясы		
Геометриялық конструкция және рұқсатнамалар		

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 \_\_\_\_\_ Дүйсенғали А. М.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы \_\_\_\_\_ Жоламанов Н. Е.

Күні

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 ж.

## **АНДАТПА**

Берілген дипломдық жобада аддитивті технологиялардың Әр түрлі қызмет салаларында 3D басып шығару технологиясын қолдануды зерттелді қарастырылды.

Бұл қазіргі әлемде үлкен жаңа өзгеріс болатынын білдіреді. 3D модельдерін тұтынушылар саны артады, сұраныс 3D дизайнерлері мен инженерлерінің жұмысына өседі, түпкілікті өнімдердің мүмкіндіктері артады және прототиптеу жақсырақ және шынайы болады.

3D басып шығару бізді қайта ойластыру және жетілдіру үшін ескі дизайнға қайта оралуға мүмкіндік берді және болашақта бір-бірін электронды пошта арқылы немесе әлеуметтік желілер арқылы құттықтауға болады, бірақ дайын 3D модельдерінің файлдарын жіберуге сыйлық ретінде органды басып шығарудың арқасында бірде-бір өмір сақталмайды. жетіспейтін элементті басып шығару арқылы ескі заттарды жөндеуге болады, өндіріс тезірек және арзан болады.

## **АННОТАЦИЯ**

Этот дипломный проект исследует использование аддитивных технологий в технологии 3D-печати в различных сферах деятельности.

Это означает, что в современном мире произойдут большие перемены. Увеличится количество потребителей 3D-моделей, увеличится спрос на работу 3D-дизайнеров и инженеров, увеличатся возможности конечных продуктов, а прототипирование станет лучше и реалистичнее.

3D-печать позволила нам вернуться к старому дизайну, чтобы переосмыслить и улучшить, и в будущем мы можем поздравлять друг друга по электронной почте или в социальных сетях, но жизнь не спасается благодаря печати органов в качестве подарка для отправки файлов готовых 3D-моделей. Старые предметы можно отремонтировать, напечатав недостающий предмет, производство будет быстрее и дешевле.

## ANNOTATION

This diploma project explores the use of additive technologies in 3D printing technology in various fields of activity.

This means that there will be a big change in the modern world. The number of consumers of 3D models will increase, the demand for the work of 3D designers and engineers will increase, the capabilities of the final products will increase and prototyping will be better and more realistic.

3D printing has allowed us to go back to the old design to rethink and improve, and in the future we can congratulate each other via email or social networks, but no life is saved thanks to organ printing as a gift to send files of ready 3D models. Old items can be repaired by printing the missing item, production will be faster and cheaper.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Әр түрлі қызмет салаларында 3D басып шығару технологиясын қолдану	10
1.1 3D басып шығару технологиялар түрлері	14
1.1.1 SLA технологиясы	15
1.1.2 SLS технологиясы	15
1.1.3 DLP технологиясы	16
1.1.4 EBM технологиясы	16
1.1.5 НРМ технологиясы (FDM) НРМ	17
2 Тәжірбиелік бөлім	22
2.1 3D басып шығарумен конструкциясы	20
2.2 Геометриялық конструкция және рұқсатнамалар	21
Қорытынды	26
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	27

## КІРІСПЕ

3D басып шығарудың пайда болуы XX ғасырдың 90-жылдарының ортасында компаниялардың жоғары бәсекелестікке және үнемі өсіп келе жатқан тұтынушылық сұраныстарға тап болуымен байланысты болды, соның салдарынан сату көлемі азайған, ұсақ сериялы өндіріс дәуірінің басталуын атап өтті. Нәтижесінде жаңа прототиптерді тұрақты шығару компанияларға үлкен шығындар әкелді [3].

1948 жылы американдық Чарльз Халл фотополимерленетін композициядан (ФПК) физикалық үш өлшемді нысандарды қабаттап өсіру технологиясын жасады. Бұл технология болашақ 3D-принтерлердің жұмыс істеу принципін анықтады, үлгілерді басып шығару үшін өнеркәсіпте қолданылды және "стереолитография" (STL) деп аталды [4].

Одан кейінгі жылдары жаңа басып шығару технологиялары жасалды, сондықтан қазіргі заманғы 3D принтерлер құрылымы және жұмыс принциптерінде ерекшеленеді, бірақ олар материалдың жұқа горизонтальды қабаттарынан объектіні салу әдісіне негізделген [5].

Қазіргі уақытта 3D-принтерлердің көптеген өндірушілері әр түрлі технологиялармен жұмыс істейді, пайдаланушылардың белгілі бір тобына бағытталған және олардың баға саясатын басқарады.

IDC бағалауы бойынша, 2016 жылы 3D принтерлердің, сондай-ақ материалдар, бағдарламалық қамтамасыздандыру және осы жабдыққа қызметтердің ғаламдық сатылымы \$ 13,2 млрд құрады. Бірақ 2016 жылдың қорытындысы бойынша үш өлшемді баспасөз технологиялары нарығының басым бөлігі үй сегментіне келді, оның үлесі жалпы көлемде 34,8% - ға жетті. 3D-принтерлерді пайдаланудың екінші саласы (29,6%) автокөліктердің прототиптерін құру болды, ал көшбасшылардың үштігі аэроғарыштық және қорғаныс салаларына арналған компоненттерді басып шығаруды жабады (17,8%) [12]. Толық деректер 1-суретте көрсетілген.

Бірақ, IDC болжамына сәйкес, 2020 жылы 3D принтерлер мен соған сәйкес медициналық шешімдер сатылымы бұл сегментті дискретті өндірістен кейін екінші орынға шығарады [13].

Түрлі үш өлшемді басып шығару технологиялары әр түрлі. Олардың арасындағы айырмашылық өнімнің қабатталуында жатыр. Ең көп тарағандары - SLS (селективті лазерлік пісіру), FDM (балқытылған материалдар қабаттарының суперпозициясы) және SLA (стереолитография).

Объектілерді құрудың жоғары жылдамдығының арқасында стереолитография немесе SLA технологиясы кең таралған.



Барлық 3D басып шығару процестер мөлшердегі материалдардың қосылуына негізделгендіктен, олар ақырғы ажыратымдылықты қамтамасыз етеді және осылайша таза пішінге де, өндіріс процестеріне қарағанда төменгі өлшемді төзімділікке және беттік кедергіге ие. Геометриялық дизайн мен төзімділікке қатысты нұсқаулар беру үшін 7 суретте көрсетілген сынақ бөлігі сипатталған төрт 3D басып шығару процестерінің әрқайсысынан жасалынған және шығарылған.

## **1 Әр түрлі қызмет салаларында 3D басып шығару технологиясын қолдану**

Қазіргі әлемде көптеген технологиялар әртүрлі салаларда қарқынды дамуда. 2017 жылы 3D басып шығару қызметі көптеген адамдарға қол жетімді болды, сәйкесінше қызметтер нарығында бизнесті жүргізудің жаңа бағыты пайда болды, сондықтан осы технологияны жан-жақты зерделеуі, саудада оның қолданысын бағалау қажеттілігі туындайды, және оны кәсіпкерлердің пайдасын арттыру үшін қолдану мүмкіндіктері бар.

Үш өлшемді басып шығару дегеніміз - виртуалды үш өлшемді модельге негізделген физикалық объектіні қабат-қабат құру және сонымен бірге компьютерлік модельдеу немесе балама құрылыс ретінде белгілеу болып табылады [1,2].

3D басып шығарудың пайда болуы XX ғасырдың 90-жылдарының ортасында компаниялардың жоғары бәсекелестікке және үнемі өсіп келе жатқан тұтынушылық сұраныстарға тап болуымен байланысты болды, соның салдарынан сату көлемі азайған, ұсақ сериялы өндіріс дәуірінің басталуын атап өтті. Нәтижесінде жаңа прототиптерді тұрақты шығару компанияларға үлкен шығындар әкелді [3].

1948 жылы американдық Чарльз Халл фотополимерленетін композициядан (ФПК) физикалық үш өлшемді нысандарды қабаттап өсіру технологиясын жасады. Бұл технология болашақ 3D-принтерлердің жұмыс істеу принципін анықтады, үлгілерді басып шығару үшін өнеркәсіпте қолданылды және "стереолитография" (STL) деп аталды [4].

Одан кейінгі жылдары жаңа басып шығару технологиялары жасалды, сондықтан қазіргі заманғы 3D принтерлер құрылымы және жұмыс принциптерінде ерекшеленеді, бірақ олар материалдың жұқа горизонтальды қабаттарынан объектіні салу әдісіне негізделген [5].

Қазір, жарты ғасырдан астам тарихы бар 3D баспа индустриясы ондаған түрлі материалдарды қамтиды. Олар әртүрлі материалдарды пайдаланады, мысалы: ABS және PLA пластмассалары, полиамид (нейлон), шыны талшықты полиамид, стереолитографиялық материалдар (эпоксидтер), күміс, титан, болат, балауыз, фотополимерлер мен поликарбонаттар, гипс, кеңсе қағаздары, ағаш талшығы, бетон, саз қоспалары, әк ұнтағы, тамақ өнімдері, тірі ағзалардан жасушалар болып табылады [6].

Қазіргі уақытта 3D-принтерлердің көптеген өндірушілері әр түрлі технологиялармен жұмыс істейді, пайдаланушылардың белгілі бір тобына

бағытталған және олардың баға саясатын басқарады. Алайда, осы саладағы жетекші позицияларды мынадай компаниялар иеленеді:

- «Objet» үш өлшемді басып шығару технологиясы бар, бұл кеңсе жағдайында да жақсы және берік модель үлгісін алуға мүмкіндік береді;
- Z Corporation - инженерлерге, сәулетшілерге арналған үш өлшемді принтерлерді жасау арқылы дизайнды алдыңғы қатарға шығарған өндіруші;
- "3D Systems" компаниясы тек принтерлерді ғана емес, сондай-ақ оларға арналған шығын материалдарын жеткізу саны бойынша бірінші орынға ие. Өнімді толық алып жүру және пайдаланушыларға ұсынылатын меншікті әзірлемелер базасының болуы;
- «LeapFrog», перспективті әзірлемелерді белсенді қолданады;
- «EnvisionTEC», фотополимерлерді қолдану бойынша жұмыс істейді;
- «EOS», әр жеке принтерді жасау өндірісі;
- «Stratasys», жоғары өнімділік мен аппараттардың бағасын сәтті үйлестірген өндірісі [7].

2010-ші жылдардың басында әлемде 3D-революция орын алды, соның салдарынан тек корпорациялар мен ірі оқу орындарына ғана қол жетімді болды, және 3D баспаларды күрт төмендеді, ал 2017 жылға принтердің түріне, оның сипаттамаларына, мүмкіндіктеріне және қолданылу салаларына байланысты бағалар өзгеріп отырады. Мысалы, үй принтері 325 доллар, ал өнеркәсіптік 1-ден 30 миллион рубльге дейін болуы мүмкін [8].

Үш өлшемді басып шығаруды пайдалану өте кең қамтиды:

1. Сәулет. Көлемді басып шығару барлық инфрақұрылымы (жолдар, ағаштар, жарықтандыру) бар күрделілігі әр түрлі ғимараттардың макеттерін жасау үшін қолданылады);
2. Ғылым. Осы технологияны пайдалана отырып, қазірдің өзінде археологиялық экспонаттар мен күрделі математикалық беттер жасайды;
3. Тамақ. 3D принтер сонымен қатар тамақ өнімдер саласында да жұмыс істейдей алады, оның картридждері тағам ингредиенттерімен толтыруға болады. Кондитерлік өнімдер, шоколад фигуралары және басқа да тағамдар басып шығарылуда, бірақ оны қуыру немесе мұздату мүмкін емес, ал 2017 жылдың шілдесінің аяғында Лондонда алғашқы мейрамхана ашылды, онда барлығы - тамақтан жиһазға дейін - 3D принтерде басып шығарылды;
4. Көркем шығарма өнер. 3D принтерде басылған өнер туындылары әлемнің алдыңғы қатарлы галереяларынан табуға болады.;

5. 3D басып кино саласында шығару, декорация немесе олардың компоненттері мүмкіндігінше тез және нақты жасалады, «Темір адам 2» фильмі 3D басып шығаруды қолданудың жарқын мысалы болды, онда бас кейіпкердің костюмі 3D принтеріне басып шығарылып, боялған;
6. Медицина. Қазірдің өзінде 3D принтерлер - имплантаттар, протездер, планшеттер, омыртқа аралық дискілер, зақымдалған адамның терісіне арналған «түзетулер», бауыр фрагменттері басылады;
7. Сән. Қазір жоғары сән апталарында модельдер үш өлшемді принтерлерде басылған аяқ киім мен киімдерді басып шығарылды;
8. Білім. 3D технологиялары кез келген білім беру мекемелеріне тамаша көрнекі құралдар алуға мүмкіндік береді;
9. Ойын-сауық. Үш өлшемді баспа көмегімен балаларға әртүрлі деңгейдегі күрделі ойыншықтар жасауға болады, бұл ретте баланың қиялын, шығармашылық жағын және болашақ технологияларына бейімделуді дамытады;
10. Машина жасау. Мәселен, қытайлық "Sunbird" компаниясы 3D басып шығаруды яхт өндірісінде пайдаланады, сондай-ақ Канадалық "KOR EcoLogic Inc" компаниясы 3D принтерде экологиялық таза жаңартылатын энергияда жұмыс істейтін және 30 жыл өмір сүру циклі бар автокөлікті басып шығарды.
11. Зергерлік өнер. Мұнда принтер пресс-формаларды дайындаушыға және оларды кейіннен құюға қолданылады, бұл дәстүрлі әдіс ең күрделі және көп еңбекті қажет ететін процесс болып табылады;
12. Бизнес. Қазір 3D-басып шығару өте танымал және пайдалы бизнес болып табылады, өйткені тапсырыс бойынша әртүрлі қызмет салалары үшін тауарларды басып шығаруға болады;
13. 3D принтерлерді қазіргі уақытта жануарларға протездер жасау үшін қолданады, оның көмегімен тасбақаларға, аяқтар мен тұмсықтарға арналған протездер, иттерге арналған аттар мен арба, тіпті атқа арналған «аяқ киім» жасалды;
14. Құрылыс. 2015 жылы қытайлық компания аумағы 1100 шаршы метр болатын бес қабатты ғимарат салған, ал 2017 жылдың қыркүйек айының басында Копенгагенде ауданы 50 шаршы метрді құрайтын кеңсе ғимараты басталды;
15. Әскери және аэроғарыш салалары. Аддитивті өндіріс көмегімен қазіргі уақытта зымырандар мен ғарыштық жер серіктері жасалуда, ISS станциясында 3D принтер сәтті жұмыс істеуде, ғарышкерлерді барлық қажетті бөлшектермен және құралдармен қамтамасыз етеді [9,10,11].

16.IDC бағалауы бойынша, 2016 жылы 3D принтерлердің, сондай-ақ материалдар, бағдарламалық қамтамасыздандыру және осы жабдыққа қызметтердің ғаламдық сатылымы \$ 13,2 млрд құрады.

IDC бағалауы бойынша, 2016 жылы 3D принтерлердің, сондай-ақ материалдар, бағдарламалық қамтамасыздандыру және осы жабдыққа қызметтердің ғаламдық сатылымы \$ 13,2 млрд құрады. Бірақ 2016 жылдың қорытындысы бойынша үш өлшемді баспасөз технологиялары нарығының басым бөлігі үй сегментіне келді, оның үлесі жалпы көлемде 34,8% - ға жетті. 3D-принтерлерді пайдаланудың екінші саласы (29,6%) автокөліктердің прототиптерін құру болды, ал көшбасшылардың үштігі аэроғарыштық және қорғаныс салаларына арналған компоненттерді басып шығаруды жабады (17,8%) [12]. Толық деректер 1-суретте көрсетілген.

Бірақ, IDC болжамына сәйкес, 2020 жылы 3D принтерлер мен соған сәйкес медициналық шешімдер сатылымы бұл сегментті дискретті өндірістен кейін екінші орынға шығарады [13].



1 сурет - 2016 жылға арналған 3D принтерін пайдалану сегменттерін, IDC мәліметтерін тарату

Сонымен қатар, 3D басып шығарудың артықшылықтары, тіпті құндылықты құру жағынан да, шексіз, негізінен бұл өндіріс шығындарын едәуір төмендетеді, ал артықшылықтары:

- Жедел прототиптеу, бұл жаңа өнімдерді шығару жылдамдығын көбейтуге, өндіріс шығындарын азайтуға және жеке сұраныстар бойынша дайын өнімді алуға мүмкіндік береді;
- Жеке дизайн бойынша тауарларды жасау негізінде клиентпен қарым-қатынас құру. Бұл маркетингтің жаңа мүмкіндіктері - клиентке оның ас

үйі мен жатын бөлмесінің қандай болатындығын бірден көрсетіңіз. Сіз тұтынушыларға болашақтағы заттардың дизайнын өз бетінше әзірлеуді ұсына аласыз, бұл қосымша тұтынушылардың талғамына көмектеседі;

- Өнімнің қызмет ету мерзімін қамтамасыз ету, атап айтқанда, тұтынушылардың қанағаттанушылығын арттыру, қызмет аясын кеңейту және делдалдардың санын азайту үшін қосалқы бөлшектерді шығару қызметтерін ұсыну мүмкіндігі;

Бұл технологиялар өз кемшіліктері бар, негізінен бұл:

- Техникалық (төмен жылдамдық, өлшемдегі шектеу, баспаның дәлсіздігі тірек құрылымдарының қажеттілігі, өңдеуден кейінгі өнімдерге қажеттілік);
- Энергия тиімсіздігі (3D принтерлер әдеттегі пластикалық инъекцияға қарағанда 50-100 есе көп энергияны пайдаланады;)
- Денсаулыққа қатер. Принтерлер денсаулығына ауыр зиян келтіретін зиянды бөлшектерді шығарады;
- Кәдеге жарату проблемалары, өйткені 3D-принтерлер пластмассаны қайта өңделген материалдар емес, шикізат ретінде пайдаланады, өнеркәсіптік ауқымда бұл мәселе жаңа экологиялық проблема болады;
- Қару-жарақтың таралуын бақылау. Мұндай 3D-қару сататын бірнеше компания қазірдің өзінде бар. 3D-баспа қаруымен адамға зиян келген жағдайда жауапкершілік туралы мәселе туындайды;
- Азық-түлік қауіпсіздігі мәселелері. 3D принтерін пайдаланып, кез-келген адам қасық немесе шанышқыны басып шығара алады, бірақ басып шығару үшін қолданылатын пластик токсиндерден босатылмайды. Осы мақсатта жаңа улы емес пластикалық жіптер шығарылады, бірақ олар әлі кеңінен қол жетімді емес. Сонымен қатар, 3D принтерлерде бактериялардың көбеюі мүмкін орындар бар [18].

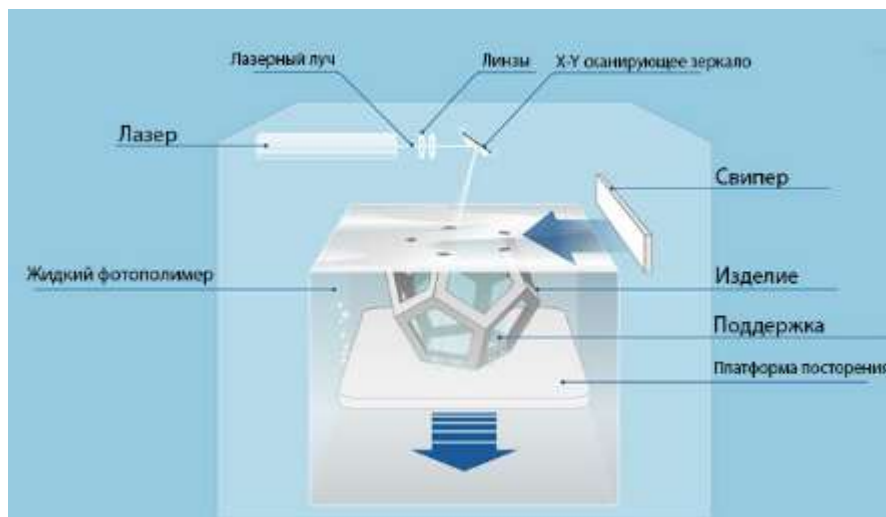
## 1.1 3D басып шығару технологиялар түрлері

Түрлі үш өлшемді басып шығару технологиялары әр түрлі. Олардың арасындағы айырмашылық өнімнің қабатталуында жатыр. Ең көп тарағандары - SLS (селективті лазерлік пі сіру), НРМ (балқытылған материалдар қабаттарының суперпозициясы) және SLA (стереолитиография).

Объектілерді құрудың жоғары жылдамдығының арқасында стереолитография немесе SLA технологиясы кең таралған.

### 1.1.1 SLA технологиясы

Технология келесідей жұмыс істейді: лазерлік сәуле фотополимерге жіберіледі, содан кейін материал қатайтады. Фотополимер ретінде атмосфералық ылғалдың әсерінен Деформацияланатын жартылай мөлдір материал қолданылады.

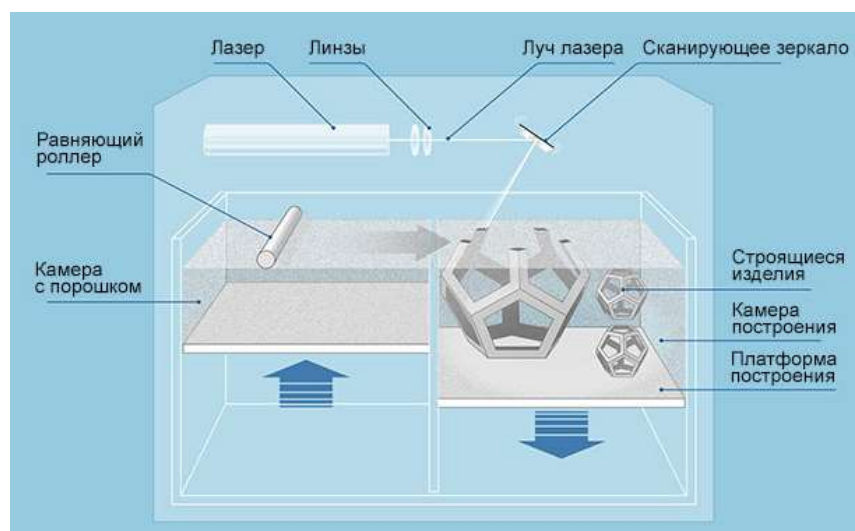


2-сурет - SLA технологиясы

Қатаюдан кейін ол желімдеуге, механикалық өңдеуге және бояуға оңай беріледі. Жұмыс үстелі (элеватор) фотополимері бар контейнер орналасқан. Лазер сәулесі полимерден өтіп, қабат қатайғаннан кейін үстелдің жұмыс беті төмен қарай ығысады.

### 1.1.2 SLS технологиясы

Лазерлік сәуленің әсерінен ұнтақ реагенттерін жентектеу — бұл металл және пластмасса құю үшін қалыптарды жасау кезінде қолданылатын 3D баспасының жалғыз технологиясы. Пластикалық модельдер механикалық қасиеттерге ие, соның арқасында оларды толықтай жұмыс істейтін бұйымдар жасауға пайдалануға болады.



3-сурет - SLS технологиясы

SLS-да технологиялар соңғы өнім маркаларына қасиеттері бойынша жақын материалдар пайдаланылады, олар: керамика, ұнтақ пластик, металл. 3D принтер құрылғысы келесідей: флатформаның бетіне ұнтақты заттар түседі және лазер сәулесінің әсерінен модель параметрлеріне сәйкес келетін және оның пішінін анықтайтын қатты қабатқа бөлінеді.

### 1.1.3 DLP технологиясы

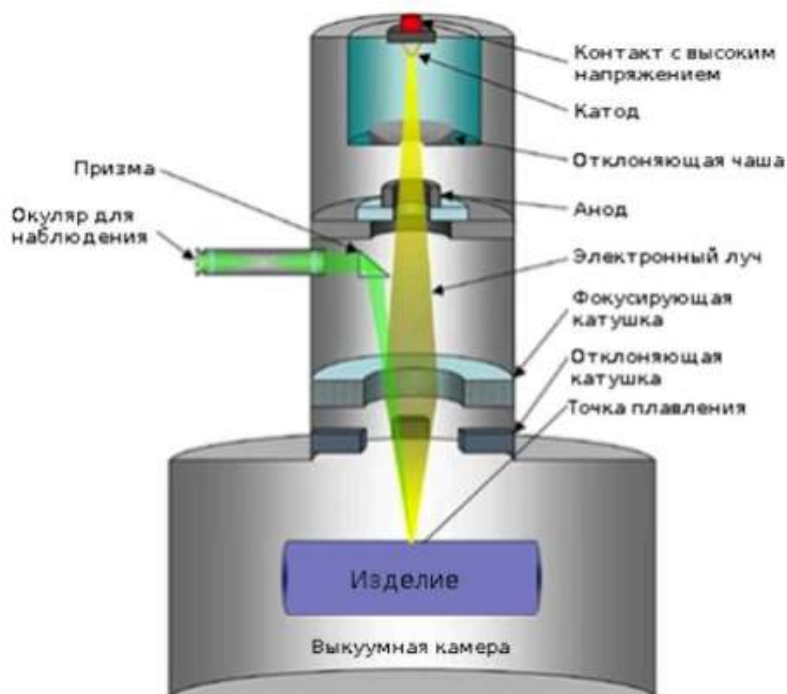
DLP технологиясы 3D басып шығару нарығында жаңа болып табылады. Стереолитографиялық басып шығару құрылғылары бүгінде FDM жабдығына негізгі балама ретінде орналастырылған. Осы типтегі принтерлер жарықтың сандық өңдеу технологиясын қолданады. Үш өлшемді бұйымдарды жасау үшін пластикалық жіп пен жылыту басының орнына фотополимер шайырлары және DLP проекторы қолданылады. Алғаш рет DLP 3D принтері туралы естігенде, бұл өте өткір мәселе. Ойлы атауына қарамастан, құрылғы басқа үстелдік баспа аппараттарынан мүлдем өзгеше емес. Айта кетейік, QSQM Technology Corporation компаниясы атынан оны әзірлеушілер серияға жоғары технологиялық жабдықтың алғашқы үлгілерін енгізді.

### 1.1.4 EBM технологиясы

Айта кету керек, SLS/DMLS технологиялары металды басып шығару саласында жалғыз емес: [//make3d.ru/articles/3d-printer-po-metallu-kaketo-vozmozhno/](http://make3d.ru/articles/3d-printer-po-metallu-kaketo-vozmozhno/). Қазіргі уақытта металды үш өлшемді нысандарды жасау үшін электронды сәулені балқыту кеңінен қолданылады. Зертханалық зерттеулер



жоғары дәлдікті бөлшектерді дайындау кезінде қабаттап балқытуға арналған металл сымдарды пайдалану тиімділігі аз екенін көрсетті, сондықтан инженерлер арнайы материал – металлоглинді әзірледі.



4-сурет- EBM технологиясы

Электронды-сәулелі балқыту кезінде сия ретінде пайдаланылатын металл саз органикалық желім, металл жоңқасы және судың белгілі бір мөлшері қоспасынан жасалады. Сияны қатты объектіге айналдыру үшін оны желім мен су жанатын температураға дейін қыздыру керек, ал жоңқа өзара монолитке құйылады.

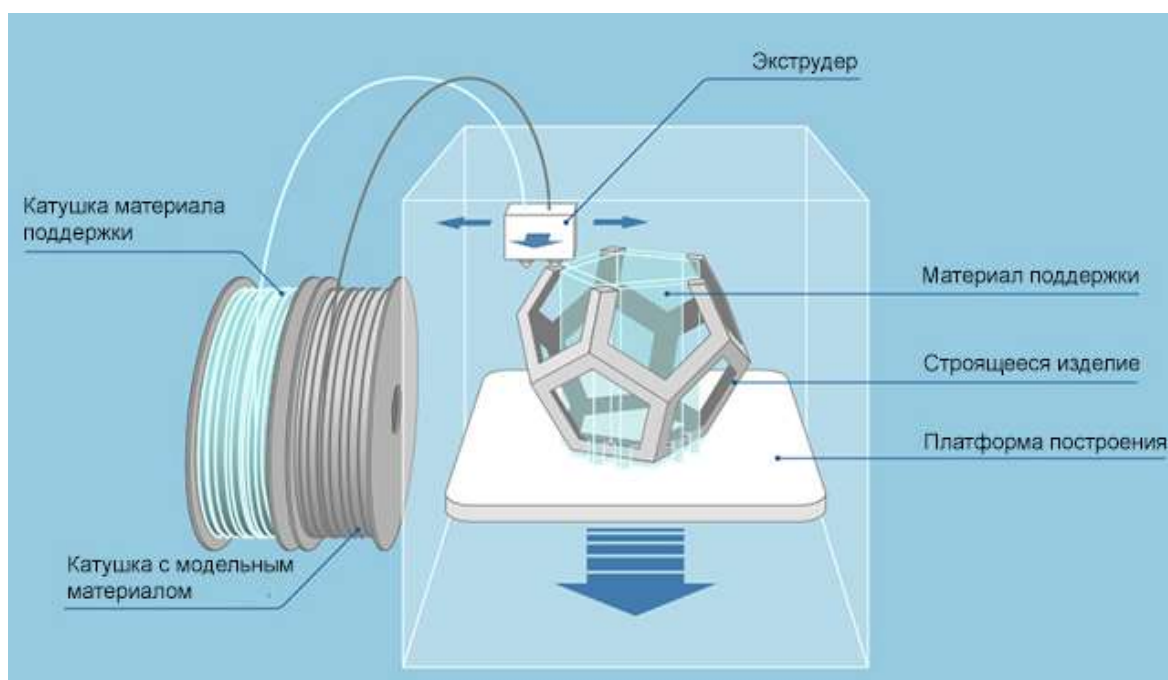
Бұл принцип SLS принтерлерімен жұмыс істеу кезінде де қолданылады. Бірақ оларға қарағанда, EBM-аппараттар лазерлік сәуленің орнына бағытталған электрондық импульстерді металлоглинды балқыту үшін жасайды. Бұл әдіс жоғары сапалы басып шығару және ұсақ бөлшектерді тамаша сызуды қамтамасыз етеді. Бүгінгі күні тек EBM технологиясын қолданатын өнеркәсіптік принтерлер сатылады.

### 1.1.5 FDM технологиясы (FDM) FDM

Тек модельдерді ғана емес, сонымен қатар стандартты, конструкциялық және жоғары тиімді термопластиктерден жасалған соңғы бөлшектерді жасауға

мүмкіндік береді. Бұл бөлшектердің механикалық, термиялық және химиялық беріктігін қамтамасыз ететін өндірістік класс термопластикасын пайдаланатын жалғыз технология. НРМ технологиясы бойынша басып шығару кеңседе қолдану тазалығы, қарапайымдылығы және жарамдылығымен ерекшеленеді. Термопластикадан жасалған бөлшектер жоғары температураларға, механикалық жүктемелерге, әртүрлі химиялық реагенттерге, ылғалды немесе құрғақ ортаға төзімді.

Еритін көмекші материалдар қарапайым деңгейлерде қиын болатын көп деңгейлі формаларды, қуыстар мен тесіктерді жасауға мүмкіндік береді. НРМ технологиясын қолданатын 3D принтерлер бөлшектерді қабат-қабат етіп жасайды, материалды жартылай сұйық күйге дейін қыздырады және компьютерде жасалған жолдарға сәйкес шығарады.



5-сурет-НРМ технологиясы (FDM) НРМ

НРМ технологиясы бойынша басып шығару үшін екі түрлі материал қолданылады — бір (негізгі) дайын бөлшектен және қолдау үшін пайдаланылатын көмекші материал болады. Екі материалдардың жіптері 3D принтердің бөліктерінен X және Y координаттарының өзгеруіне байланысты жылжитын баспа бастиегіне беріледі және негізі төмен жылжығанға дейін және келесі қабат басталғанша ағымдағы қабат жасай отырып, материалды қорытады.

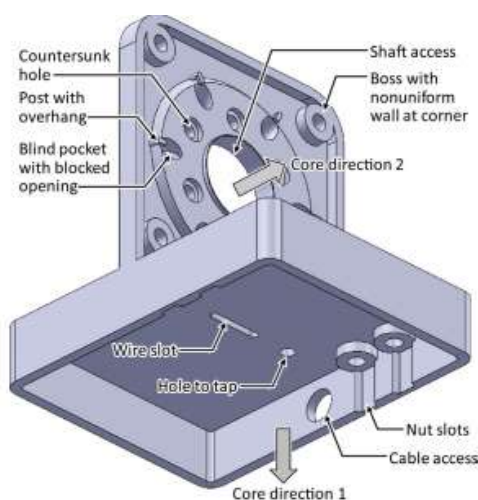
3D принтері бөлікті жасауды аяқтағаннан кейін, ол қосалқы материалды механикалық түрде бөлу немесе оны жуғыш затпен еріту үшін қалады, содан кейін өнім пайдалануға дайын болады.

Технологиялар сияқты, бір-бірінен және принтерлердің өздері де ерекшеленеді. Егер SLA бойынша жұмыс істейтін принтер болса, онда SLS технологиясын қолдану мүмкін емес, яғни әрбір принтер тек белгілі бір баспа технологиясына арналған.

## 2 Тәжірбиелік бөлім

### 2.1 3D басып шығарумен конструкциясы

3D-басып шығарудың барлық сипатталған процестері әдеттегі Өндірістік үдерістермен салыстырғанда айтарлықтай құрылымдық функционалдылықты қамтамасыз етеді. Компоненттер қабырғалардың біркелкі қалыңдығын қамтамасыз ету, кесінділерді болдырмау және т.б. сияқты өндірістік ұсыныстар үшін әдеттегі дизайнға қайшы келетін күрделілігі мен ерекшеліктерімен жобалануы мүмкін. Мысал ретінде 6 суретте келтіруге болады, яғни қозғалтқышты бекіту конструкциясы қарастырылған. Тік қабырғаның ортасында шахтаға кіру үшін тесікті масштабтау үшін 40 мм құрайды.



6-сурет-Жобалау үлгісі

Конструкция қалыптау немесе құю кезінде өзекшенің бірнеше бағыттарын талап ететін функцияларды, сондай-ақ жиналмалы немесе жоғалған балауыз өзекшелерін талап ететін блокталған саңылаулары бар қалталарды қамтиды. Қабырғалар қабырғаларының қалыңдығы 3 мм номиналдық қалыңдығына тең болады, қақпақты бұрандалардың бүйір бастары бар оқпанды бекітуге арналған тесіктерді, сондай-ақ құрастыру кезінде гайкалы кілттерсіз бекіту бөлшектерін бекітуге арналған гайкалы пазаларды дайындауға мүмкіндік береді. 3D-басып шығару процесінің рұқсаты диаметрі 1 мм және биіктігі 6 мм шығыңқы тіреулерді, сондай-ақ диаметрі 2 мм және ұзындығы 20 мм сым тесіктерін пайдалануға мүмкіндік береді.

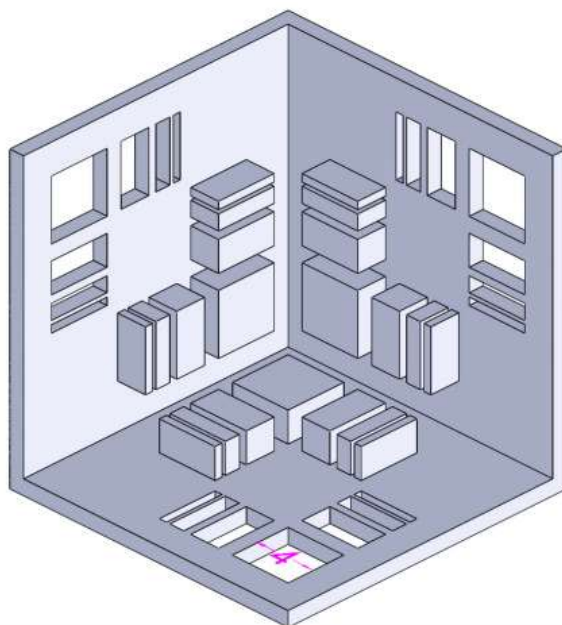
Бөлшек 1,5 ГПа серпімділік модулі және 40 МПа созылу кезіндегі беріктілік шегі бар жалпы мақсаттағы Нейлон SLS көмегімен жасалған. Бөлшектің құны (54,58 АҚШ долл.) басқа бөлшектермен мөлшерлеу кезінде өндіріс үшін 9 күн талап етті және ол қандай да бір іркіліссіз қолдануда

табысты пайдаланды. Әлбетте, бұл компонентті 3D басып шығару функционалдық прототиптеу құнын және баламалы процестерге қарағанда өндірістің аз көлемін жылдамдатуға және төмендетуге мүмкіндік берді. Қосымша ақпарат 3D-басып шығару процестерін қолдану арқылы жобалау нұсқаулығына, материалдардың қол жетімділігіне және өндіріс стратегиясына қатысты келтірілген.

## 2.2 Геометриялық конструкция және рұқсатнамалар

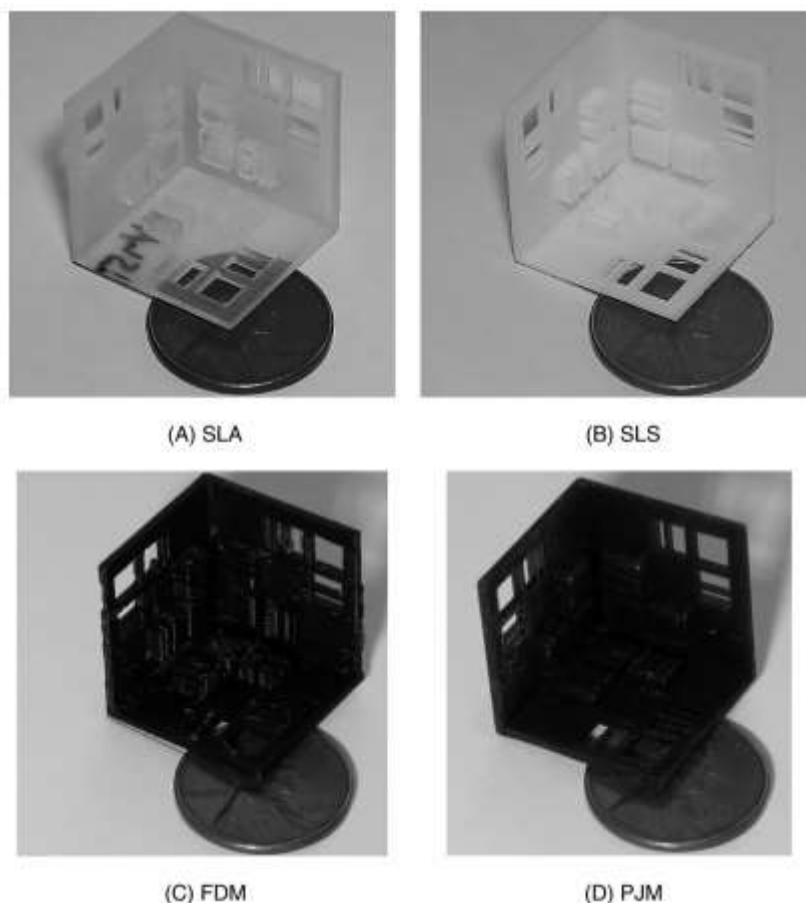
Барлық 3D басып шығару процестер мөлшердегі материалдардың қосылуына негізделгендіктен, олар ақырғы ажыратымдылықты қамтамасыз етеді және осылайша таза пішінге де, өндіріс процестеріне қарағанда төменгі өлшемді төзімділікке және беттік кедергіге ие. Геометриялық дизайн мен төзімділікке қатысты нұсқаулар беру үшін 7 суретте көрсетілген сынақ бөлігі сипатталған төрт 3D басып шығару процестерінің әрқайсысынан жасалынған және шығарылған.

Бөлік қабырғасының қалыңдығы 1 мм болатын 20 мм кубиктен тұрады. Үш ортогональды қабырғалар X, Y және Z бағыттарындағы 3D басып шығару процестерінің мүмкіндіктерін тексеру үшін кішігірім терезелер мен бастықтардың прогрессиясымен қамтамасыз етілген. Терезелер ені 4-тен 2 мм-ден 1-ден 0,5 мм-ге дейін, ал аралық 2-ден 1 мм-ден 0,5-тен 0,25 мм-ге дейін және биіктігі 2 мм болады.



7-сурет-3D басып шығаруға арналған сынақ бөлігі

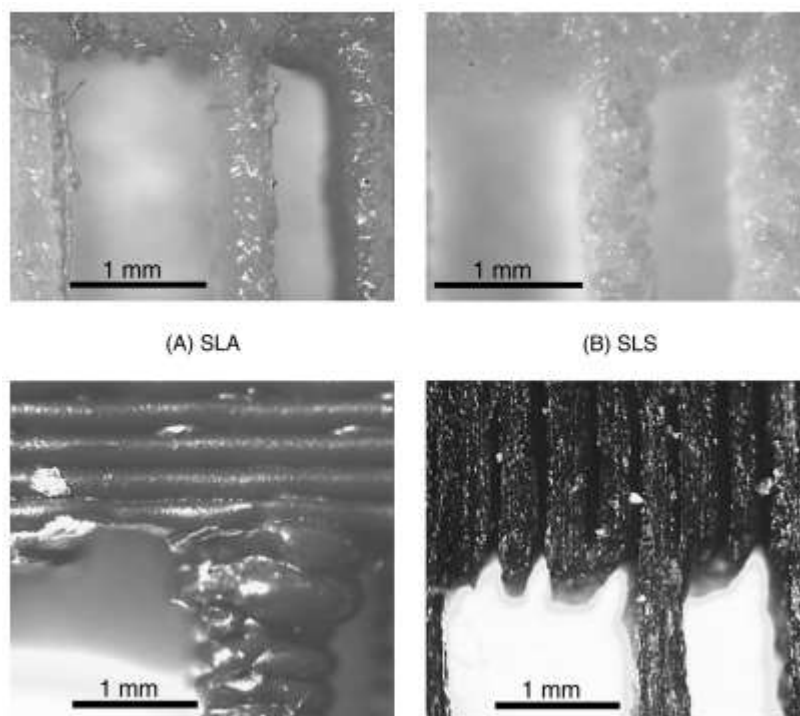
3D басып шығару процестері. 3D-баспа компоненттерінің технологиялылығы мен ұзақ мерзімді өлшемдік тұрақтылығын зерттеу үшін алынған бөлшектер 4 сағат бойы 70°C-та күйдірілген, содан кейін  $\pm 0,010$  мм дәлдікпен компьютерлік томографта визуализацияланған. 8-суретте бейнеленген бөліктерді ұсынады. Тексеру барлық үдерістердің үш бүйір қабырғаларының әрқайсысын, ең үлкен терезелерді және ең үлкен бобышкаларды қоса алғанда, жалпы құрылымды жасауға қабілетті болғанын көрсетеді.



8-сурет - (A) SLA, (B) SLS, (C) FDM және (D) PJM шығарған 3D тест бөлшектерін СТ-сканерлеу

Алайда, оның салыстырмалы қатты жіппен балқытылған тұнбаны үлгілеу процесі элементтің келесі өлшемін жасай алады және одан кейінгі ұсақ элементтерді жасай алмайды; бұл элементтер баспа бөлігінде толық жоқ немесе жобаланатын элементтердің көрінісі болып табылады. Селективті лазерлік жентектеу ең жақсы ажыратымдылықты қамтамасыз етеді, бірақ аз ерекшеліктерді ойната алмайды. Стереолитография және модельдеу процестері

ең жоғары рұқсатты қамтамасыз етеді, өйткені олар материалдың ең аз басылады. Алайда, тіпті олар өте ұсақ қасиеттерді дәл көрсете алмайды.



9-сурет-(A) SLA, (B) SLS, (C) FDM және (D) PJM шығарған 3D баспа бөлімдерінің микроскопиясы

9-суретте үлкен терезенің сол ішкі бұрышының визуалды жарық микроскопиясымен алынған микрографиялық суреттер берілген. 3D баспа материалдарының негізгі құрылымы нақты көрсетілген. Материалдың дискретті қосылуы процестің шешілуіне, бағытына және термодинамикасына тәуелді болатын макрокопиялық материалдық қасиеттері бар біркелкі емес матрицаға әкеледі. Бұрын ұсынылғандай, түпкілікті ажыратымдылық мүмкін болатын мүмкіндіктерді, төзімділікті және беттің кедір-бұдырын шектейді. Салыстырмалы түрдегі дәрекі талшықтарымен тұндырылған тұндыруды модельдеу материалдардың қасиеттерін төмендетуге бейім бөлшектерді, сонымен қатар көптеген микрооидтар мен дәнекерлерді ұсынады. Шағын бөлшектері бар SLS FDM-ге қарағанда жоғары төзімділікті қамтамасыз етеді, бірақ SLA және PJM-ге қарағанда төмен.

## 1-Кесте жобалау бойынша үлгі ұсынымдар

	SLA	SLS	FDM	PJM
Comparable supplier	3D systems	EOS	Stratasys	Stratasys
Comparable machine	Projet 7000 HD	Formiga P110	Fortus 250 mc	Eden 260 v
Layer thickness (Z, $\mu\text{m}$ )	20–100	60–150	100–400	20–50
Minimum feature size (XY, $\mu\text{m}$ )	50	200	400	100
Surface roughness ( $\mu\text{m}$ )	5	20	50	10
Minimum wall thickness ( $\mu\text{m}$ )	200	800	1000	300
Minimum wire diameter ( $\mu\text{m}$ )	400	800	1000	600
Length tolerance (%)	0.05	0.2	0.3	0.1
Feature to feature clearance ( $\mu\text{m}$ )	50	400	1000	50
Void fraction (% solid)	0	2	5	0.5
Anisotropy (%; see discussion)	1	10	50	2

Пластмассадан жасалған бұйымдар дизайнерлері ең аз шығындармен жоғары сапалы өнімді ұсынуға тырысады. 3D басып шығару - бұл өнім тұжырымдамасын прототиптеу және тәжірибелік өндіріс жасау үшін кеңінен танымал процесс. 3D-форматта басып шығару мүмкін және тіпті аралық өндіріс көлеміне дейінгі стратегия болып табылады (бұл қолдану үшін 1000 данадан тапсырыс бойынша), алюминиймен немесе өндіріс құралдарымен қалыптау өндіріс көлемімен көптеген қолданбаларда қолайлы әдіс болып қалуы мүмкін. 10 000 данадан жоғары. Алайда, өндіріс технологияларының эволюциясын ескере отырып, әртүрлі өндірістік стратегиялар арасындағы сауда-саттық кезеңді түрде қайта бағаланып отыруы керек.

Пластмассадан жасалған материалдардың қасиеттерінің әмбебаптығы қолдану талаптарының әртүрлілігін ескере отырып, пластмассадан жасалған бөлшектер дизайнында ерекше қиындықтар тудырады. Пластмассадан жасалған материалдар басқа материалдармен салыстырғанда жоғары өнімділікті қамтамасыз ете алады, бірақ нақты өнімділік дизайнның оңтайлылығымен ерекшеленеді. Пластикалық бөлшектерді жобалаудың ресми әдісі дизайнерді тұжырымдамадан іске асыруға, «өнерден» «бөлікке» бағыттау үшін пайдалы. Сындалы шешімдерге мыналар кіреді:

- материалдың түрі және пластмассаның сұрыптылығы;
- пластмассаны өндіру процесін таңдау, мысалы, экструзия, термоформалау және үрлеу қалыптау;
- қабырғаның тиісті қалыңдығын анықтау;
- өлшемдері мен төзімділіктері бар ерекшеліктердің егжей-тегжейлі дизайны.



Бұл тарауда жобалық шешімдердің әрқайсысы туралы түсінік беруге тырысылды. Пластмассаның болат және алюминий сияқты металдарға қарағанда төмен модулі мен түпкілікті беріктігі бар екені анық. Алайда, бұл төмен қасиеттер тығыздықтың төмендеуімен және бұзылу деңгейінің жоғарылауымен толтырылады. Осы факторларды талдаған кезде пластмасс металдың салмағына және қаттылығына байланысты болады. Пластмассадан жасалған бұйымдар олардың салмағы үшін арзан құны және күрделі пішіндерге шығарылатындығы ескерілген кезде тиімдірек болады.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Диплом жазу барысында барлық қойылған мақсаттарға толық қол жеткізілді.

Қорытындылай келе, жақын арада 3D принтері тұрмыстық құрылғы болады деп айта аламыз. Бұл қазіргі әлемде үлкен жаңа өзгеріс болатынын білдіреді. 3D модельдерін тұтынушылар саны артады, сұраныс 3D дизайнерлері мен инженерлерінің жұмысына өседі, түпкілікті өнімдердің мүмкіндіктері артады және прототиптеу жақсырақ және шынайы болады.

3D басып шығару бізді қайта ойластыру және жетілдіру үшін ескі дизайнға қайта оралуға мүмкіндік берді және болашақта бір-бірін электронды пошта арқылы немесе әлеуметтік желілер арқылы құттықтауға болады, бірақ дайын 3D модельдерінің файлдарын жіберуге сыйлық ретінде органды басып шығарудың арқасында бірде-бір өмір сақталмайды. жетіспейтін элементті басып шығару арқылы ескі заттарды жөндеуге болады, өндіріс тезірек және арзан болады.

Пластмассадан жасалған материалдардың қасиеттерінің әмбебаптығы қолдану талаптарының әртүрлілігін ескере отырып, пластмассадан жасалған бөлшектер дизайнында ерекше қиындықтар тудырады. Пластмассадан жасалған материалдар басқа материалдармен салыстырғанда жоғары өнімділікті қамтамасыз ете алады, бірақ нақты өнімділік дизайнның оңтайлылығымен ерекшеленеді.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Otto Group экспериментирует с 3D печатью [Электронный ресурс] // интернет-издание Shopolog.ru. - Режим доступа - URL: <https://www.shopolog.ru/news/otto-group-eksperimentiruet-s-3d-pechatyu/> (дата обращения 12.10.2017).
- 2 Что такое 3D печать? Технологии 3Dпечати [Электронный ресурс] //портал 3dindustry. - Режим доступа - URL: <http://www.3dindustry.ru/faq/#what-is-3d> (дата обращения 12.10.2017).
- 3 История развития 3D-печати портал [Электронный ресурс] // pechat-3d - Режим доступа - URL:<http://pechat-3d.ru/3d-printer/istoriya-razvitiya-3d-pechati.html>
- 4 ООО «Офитрейд», История возникновения 3D принтеров (27/01/2017) [Электронный ресурс] // портал канцтоваров и офисной техники/ статьи. - Режим доступа - URL:<https://kanst.ru/articles/istoriya-vozniknoveniya-3d-printerov> (дата обращения 12.10.2017).
- 5 Антон Шатов Как работает 3D-принтер? Базовые понятия и некоторые важные термины (28.02.2014) [Электронный ресурс] // форум 3dwiki. - Режим доступа - URL: <http://3dwiki.ru/kak-rabotaet-3d-printer-bazovye-ponyatiya-i-nekotorye-vazhnye-terminy/> (дата обращения 12.10.2017).
- 6 Сальникова Татьяна Материалы для 3D-печати: от пластика до металла (02/04/2014) [Электронный ресурс] // портал полиграфической индустрии ПЕЧАТНИК.com.-Режим доступа – URL: <https://pechatnick.com/articles/materiali-dlya-3d-pechati-ot-plastika-do-metalla> (дата обращения 12.10.2017)
- 7 Производители трехмерных принтеров [Электронный ресурс] //портал pechat-3d. - Режим доступа - URL: <http://pechat-3d.ru/proizvoditeli-3d-printerov/proizvoditeli-trekhmernyx-printerov.html> (дата обращения 13.10.2017)
- 8 Каталог 3D- принтеров [Электронный ресурс] // портал для любителей и профессионалов, заинтересованных в 3D-печати и сопутствующих технологиях «3Dtoday». - Режим доступа - URL: <http://3dtoday.ru/3d-printers/> (дата обращения 13.10.2017)
- 9 Напечатанная еда: первый ресторан на основе 3D-технологии открылся в Лондоне (28.07.2016) [Электронный ресурс] // Сетевое издание «РИА Новости». -Режимдоступа - URL: [https://ria.ru/tv\\_incredibleworld/20160728/1473038572.html](https://ria.ru/tv_incredibleworld/20160728/1473038572.html) (дата обращения 13.10.2017)
- 10 Екатерина Смирнова Трехмерный принтер из Ярославля печатает дом в Дании (14.09.2017) [Электронный ресурс]

- 11 Применение трехмерной печати [Электронный ресурс] // портал 3d-expo. - Режим доступа - URL:<https://3d-expo.ru/ru/primenenie> (дата обращения 13.10.2017)
- 12 3D-принтеры (мировой рынок) (01.10.2017) [Электронный ресурс] // Деловой портал TAdviser.-Режим доступа – URL
- 13 Алина Сафина 5 технологий, которые могут изменить интернет-торговлю (18.08.2014) [Электронный ресурс] // блог Тактика/ - Режим доступа - URL: <http://blog.etaktika.ru/marketing/5-new-ecommerce-technologies/> (дата обращения 14.10.2017)