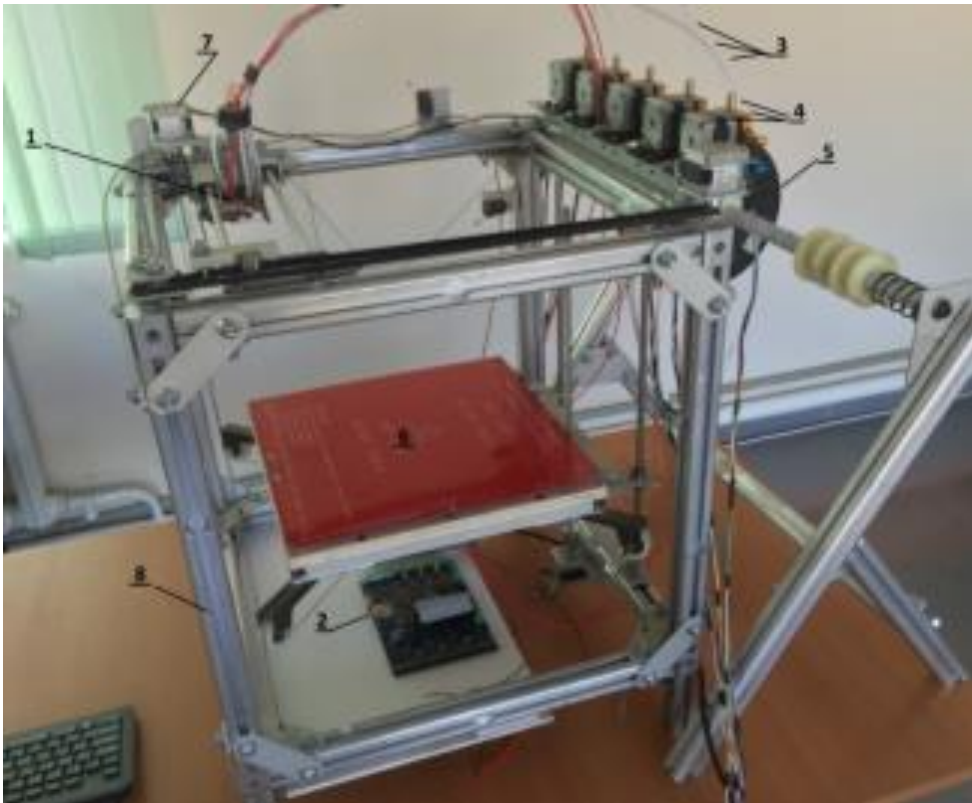


Дәріс 6

Түрлі түсті ағымды 3D басып шығару әдісі (CJP - ColorJet Printing)

Түрлі түсті ағымды 3D басып шығару әдісі (CJP - ColorJet Printing) — бұл үш өлшемді басып шығарудың заманауи технологиясы, ол ұнтақ негізіндегі материалға түрлі түсті сияны қабаттап төгіп, толық түсті 3D модельдер жасайды. Бұл технология күрделі және шынайы түсті модельдер жасауға арналған, сондықтан ол медицина, архитектура, дизайн және ойыншық жасау салаларында үлкен сұранысқа ие. CJP технологиясы жоғары дәлдікпен және түстердің нақты берілуімен ерекшеленеді. Бұл әдебиетке шолу CJP технологиясының принциптері, артықшылықтары, шектеулері, қолдану салалары және болашақ дамуын қарастырады.



1-сурет – Түрлі-түсті 3D принтер

1. CJP технологиясының негізгі принциптері

CJP (ColorJet Printing) технологиясы – бұл полимерлі немесе гипстік ұнтақты материал қабатын түрлі түсті сиямен бекіту арқылы 3D модель жасау процесі. Басып шығару барысында ұнтақ материалы платформаға қабатпен төселеді, содан кейін әрбір қабатқа түрлі түсті сия төгіледі. Сиямен бірге желімдеуші қосындылар қосылып, материал қатайтылады. Әрбір жаңа қабат ұнтақтан жасалып, жоғарыдан бекітіледі, және қабаттар біртіндеп бір-біріне жабысып, толық 3D модель құрылады [1, 2]. Бұл әдіс материалдардың түсін

беруде өте жоғары дәлдікке ие, себебі әрбір пиксель түсі мен құрылымының беріктігін қамтамасыз ету үшін сиямен қапталады.

2. СЖР принтерлерінің негізгі компоненттері

СЖР принтерлерінің негізгі компоненттері – ұнтақ контейнері, баспа басы, сия контейнерлері және модель бекітуші платформа. Ұнтақ контейнері 3D басып шығару материалының үздіксіз берілуін қамтамасыз етеді. Баспа басы арнайы сияның тамшыларын дәлдікпен төгіп, қажетті түсті кескіндерді қалыптастырады. Сия контейнерлері бірнеше түсті сиядан тұрады, бұл технологияда толық түс гаммасын береді. Модель бекітуші платформа әрбір жаңа қабаттың беріктігін және дәлдігін қамтамасыз етеді. Зерттеулер [3] көрсеткендей, баспа басының жоғары дәлдігі және сияның біркелкі бөлінуі СЖР әдісінің сапасын арттырады.

3. СЖР технологиясының артықшылықтары

СЖР технологиясының басты артықшылықтарының бірі – толық түсті 3D модельдерді нақты және шынайы етіп басып шығару мүмкіндігі. Бұл технология әсіресе түрлі түсті ақпаратты дәл беруді талап ететін жобаларға, мысалы, архитектуралық макеттер мен медициналық модельдерге, өте қолайлы. СЖР технологиясы арқылы әртүрлі түстердің және текстуралардың берілуі кең, бұл модельдердің шынайы көрінісін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, СЖР технологиясы материалды тиімді пайдаланады, өйткені әрбір қабатта тек қажетті аймақтарға ғана сия төгіледі, бұл материал шығынын азайтады [4, 5].

СЖР әдісі жылдамдығының арқасында да танымал, себебі ол бір уақытта үлкен аумақтарды бояй отырып, модельдің бірден бірнеше қабатын құра алады. Бұл әдіс басқа 3D басып шығару әдістеріне қарағанда уақытты үнемдеуге көмектеседі. Сонымен қатар, СЖР принтерлерінің салыстырмалы түрде қарапайым конструкциясы мен автоматтандырылған жұмыс процесі оны қолдануда ыңғайлы етеді.

4. СЖР технологиясының шектеулері мен кемшіліктері

СЖР технологиясының кейбір шектеулері бар. Негізгі кемшіліктерінің бірі — модельдердегі механикалық беріктілік шектеулі, себебі олар гипс немесе полимерлі ұнтақтан жасалғандықтан сынғыш болып келеді. Сондықтан бұл технология тек прототиптер мен модельдер үшін, бірақ функционалдық немесе ауыр жүктемеге арналған бөлшектерді басып шығаруға жарамайды. Жұмыс барысында гипс материалдарының қолданылуы, сондай-ақ бекіткіш желімдердің беріктік қасиеттеріне әсер етуі мүмкін [6].

Сондай-ақ, СЖР басып шығарылған модельдер әдетте қосымша өңдеуді қажет етеді, себебі олардың беті кеуекті болады. Кейбір жағдайларда модельдің беріктігін арттыру үшін оны арнайы қаптамамен өңдеу қажет, бұл қосымша уақыт пен шығынды талап етеді. Сонымен қатар, СЖР технологиясында тек арнайы ұнтақтар мен сиялар қолданылады, бұл материалдардың құнын арттырады және оны коммерциялық мақсатта пайдалануда шектеулер тудырады.

5. CJР технологиясындағы заманауи жетістіктер мен инновациялар

CJР технологиясындағы қазіргі заманғы жетістіктер материалдар мен түстердің беріктігін арттыруға, модельдердің беріктігін жақсартуға бағытталған. Соңғы жылдары жасалған фотополимерлер мен байланыстырушы материалдар модельдің беріктігін жақсартты және олардың беріктігін арттырды. Қазіргі зерттеулер [7] CJР технологиясында арнайы берік материалдар мен жаңа сиялар қолдануды қарастыруда, бұл басып шығарылған модельдердің беріктігі мен ұзақ мерзімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Сондай-ақ, жаңа түсті баспа бастары мен сияны тарату технологиялары дамып келеді. Бұл CJР технологиясының түсті дәлдікті жақсартуға, сондай-ақ модельдердің құрылымдық беріктігін арттыруға ықпал етеді. Заманауи CJР принтерлері әртүрлі текстураларды имитациялайтын және шынайы түсті эффектілерді қалыптастыратын жетілдірілген баспа әдістерін қолданады.

6. CJР технологиясының қолдану салалары

CJР технологиясы медициналық, архитектуралық және өнеркәсіптік салаларда кеңінен қолданылады. Медицинада CJР технологиясы анатомиялық модельдер жасау үшін, әсіресе операцияға дайындық процесінде қолданылады. Бұл модельдер нақты түстер мен құрылымдарды көрсетеді, сондықтан хирургтар операциялық аймақты толық визуализациялап, дайындықты барынша нақты жүргізе алады.

Архитектурада CJР әдісі күрделі макеттер жасауға мүмкіндік береді, себебі ол ғимараттар мен ландшафттарды шынайы түс гаммасында көрсете алады. Сонымен қатар, дизайнерлер мен маркетингтер үшін де CJР басып шығаруы жаңа өнімдердің прототиптерін шынайы түсте жасап, тұтынушыларға көрсете алады. Зерттеулер [8] көрсеткендей, CJР арқылы басып шығарылған прототиптер тұтынушының қабылдау деңгейін жақсартады, бұл өнімді нарыққа шығару процесін оңтайландырады.

7. CJР технологиясының болашағы мен мүмкіндіктері

CJР технологиясының болашағы материалдар мен баспа сапасын одан әрі жетілдіруге байланысты. Алдағы жылдары CJР әдісін экологиялық таза және биоразлагаемая материалдармен толықтыру жоспарлануда. Бұл технологияның медициналық мақсатта қолданылуын кеңейтуге және экологиялық тұрақтылықты арттыруға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, CJР технологиясы үшін жетілдірілген баспа бастарын және түсті дәлдікті автоматты түрде реттейтін жасанды интеллект жүйелерін қолдану маңызды рөл атқарады. Бұл модельдердің сапасын арттырып қана қоймай, өндіріс процесін де жеңілдетеді. Зерттеулер [9, 10] CJР технологиясының әлі де кең дамитындығын көрсетіп отыр, себебі көп түсті және нақты текстуралы 3D модельдер жасау мүмкіндігі әртүрлі салаларда сұранысқа ие.

Заманауи түсті сиялы 3D принтері бірнеше түсті сұйық сиялары бар контейнерлермен жабдықталған. Принтерде бірнеше басып шығару

механизмдері бар, әрқайсысы бөлек сиямен басып шығарады. Бас бір түсті немесе басқа микро тамшыны қалыптастырады және оны субстратқа (қағазға) қолданады. Бірнеше түрлі тамшыларды араластыру кез келген реңкті жасауға мүмкіндік береді. Көп түсті 3D басып шығару өте ұқсас. Көп түсті 3D принтер бірнеше басып шығару механизмдерімен (экструдерлер) және түрлі-түсті пластиктен бірнеше бөлек катушкалармен жабдықталған. Әрбір экструдер пластмасса тамшысын құрайды және оны басып шығару платформасына салады. Бірақ айырмашылығы да бар: сиялы принтер сұйық сиямен басып шығарады, түрлі түсті бояулар араласады. Сонымен қатар, 3D принтер балқытылған пластикпен басып шығарады және мұндай формуладағы түстерді араластыру мүмкін емес. Сондықтан FDM 3D басып шығару көптеген реңктерге ие бола алмайды. Басып шығару принтерде орнатылған түстерде ғана жүзеге асырылады. Қанша экструдер - сонша түстер. Экструдер 3D принтердің ең қымбат бөліктерінің бірі болып табылады, сондықтан әрбір келесі экструдерді қосу соңғы құрылғының құнын айтарлықтай арттырады [6].

Сондай-ақ, қосымша экструдер әрқашан басып шығару механизмінің өлшемін ұлғайтады және бұл өз кезегінде басып шығару аймағының өлшемін азайтады. Сондықтан Replicator 2 өзінің жетілдірілген аналогына қарағанда үлкенірек нысандарды басып шығаруға қабілетті, Replicator Dual .

Түсті 3D басып шығарудың тағы бір кемшілігі - орнату мен калибрлеудің күрделілігі. Біз білетініміздей, жоғары сапалы басып шығару үшін экструдер саптамасы мен басып шығару платформасы арасындағы ең аз алшақтықты медициналық дәлдік пен педантиямен орнату өте маңызды. Сонымен, екі экструдердегі бірдей және дұрыс саңылауларды бір уақытта орнату үш есе қиынырақ. Тіпті екі саптаманы да тамаша теңестіре алсаңыз да, сіз, айталық, бөліктің «кездейсоқ шеттерін бүгуден» ешқашан қорғанбайсыз. Мұндай сәттерде, сіздің бөліктің шеті тіпті 40 микронға көтерілгенде, сіздің екінші экструдеріңіз субстратты жұлып алып, бүкіл құрылымыңызды бұза алады (әсіресе бұл басып шығару кезінде пайдаланылмаса және суық болса).

Барлық осы қиындықтардың болуы 3D принтерлерін өндірушілерді жиі қорқытады. Сондықтан бүгінгі таңда көп түсті 3D басып шығару сирек кездесетін және қымбат құбылыс [7].

Бірақ, барлық кемшіліктерге қарамастан, көп түсті басып шығарудың көптеген артықшылықтары бар:

- екі түсті бөлшектерді басып шығару. Мұндай бөлшектер монохромды әріптестеріне қарағанда жанды, бай және қызықты көрінеді.

- жазуларды жазу. Қарама-қарсы түстерді пайдалану оқуға оңай жазулар жасауға мүмкіндік береді, бұл түпкілікті өнімді брендтеу кезінде қажет.

- пластиктің әртүрлі түрлерін араластыру. Пластмассаның әрбір түрі өзінің физикалық қасиеттеріне ие. ABS және PLA бір уақытта басып шығарыңыз. Бұл заттарыңыздың физикалық беріктігін және сыртқы түрін айтарлықтай жақсартады.

- қатты пластикпен бірге икемді пластикті пайдалану. Сіз оңай басып шығара аласыз, айталық, шинаны көлігіңіздің үлгісіне бір өтуде.

- бір уақытта екі элементті басып шығару. Бұл әдіс уақыт пен энергияны үнемдейді.

- тірек материалмен басып шығарамыз. Классикалық 3D басып шығару кезінде принтер қарапайым пластиктен 3D нысандарына қолдау жасайды. Басып шығару аяқталғаннан кейін тірек материалды алып тастау керек. Бірақ тіректерді физикалық түрде кесу үшін әрбір нысанды енгізу мүмкін емес. Оның үстіне, бұл жасалса да, тіреуді ізсіз алып тастау мүмкін емес. Бөлшекте чиптер көрінетін болады және бұл әрқашан қолайлы емес. Егер сіз екі экструдерлі принтердің бақытты иесі болсаңыз, бұл мүлдем басқа мәселе . Бұл жағдайда сіз бір экструдерде басып шығаруға арналған кәдімгі пластикті, ал екіншісінде еритін пластикті орнатасыз. Зат дайын болған кезде, сізге тек өз бөлігін арнайы сұйықтыққа батырып алу жеткілікті, ал тірек материалы өздігінен ериді, негізгі бөлік мінсіз, қол тигізбеген пішінде қалады.

Ең танымал – PVA . Пластмассаның жақсы жағы - ол қарапайым суда ериді. Сонымен қатар, мұндай пластиктің судағы еритіндісі 3D принтер платформасына келесі бөлшектерді желімдеу үшін өте қолайлы. Сирек - HIPS . Бұл пластиктің жақсы жағы - оны басып шығару үшін негізгі пластик ретінде де, тірек материал ретінде де пайдалануға болады. Одан жасалған бұйымдар жеткілікті берік және ыстыққа төзімді. Пластмассаның бұл түріне арналған еріткіш Лимонен болып табылады . Тағы бір жақсы нұсқа - PVA пластик. Ол күрделі және білім беретін 3D басып шығару әлеміне есігін ашады. Оның арқасында сіз негізгі өнімді зақымдау қаупінсіз көп компонентті жүргізу механизмдерін, нәзік құрылымдарды және көлденең қабаттасуды басып шығара аласыз.

Барлық қиындықтарға қарамастан, көп түсті 3D басып шығару үйдегі 3D принтерінің өте қажетті және пайдалы функциясы болып табылады.

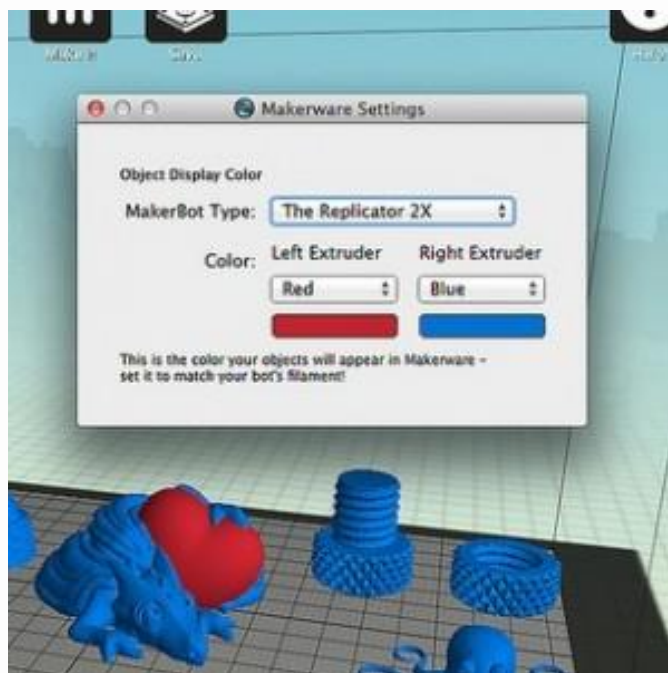
Үздік түсті 3D принтер - Replicator Dual және оның көптеген қытайлық клондары . Принтер екі толығымен тәуелсіз экструдермен жабдықталған, сонымен қатар пластикалық катушкаларды орнатуға арналған екі кірістірілген бекіткіші бар.

Шын мәнінде, екі түсті 3D принтер - бұл бір CNC платформасында біріктірілген екі түрлі 3D принтер, ал екі түсті 3D басып шығару 3D принтеріне жіберілетін қос командалар жиынтығы.

Көп түсті 3D басып шығаруға арналған барлық бағдарламалық жасақтама бірдей логика арқылы құрастырылған. Басып шығару алдында сіз екі түрлі STL үлгісін саласыз, содан кейін оларды редакторда бір-бірден қолмен қабаттаңыз. Менің ойымша, бұл тәсіл өте ыңғайсыз. Бастапқыда 3D редакторында екі түсті 3D үлгісін жасау , содан кейін оны делдалсыз 3D принтеріңізге жіберу оңайырақ болар еді . Сызбадан 3D моделін құру 9-суретте көрсетілген.

Дәстүрлі түрде екі түсті 3D басып шығаруға арналған ең жақсы

бағдарламалық құрал Cubify принтерлерінде жүзеге асырылады . Барлық басқа бағдарламалық құралда көп түсті 3D басып шығару функциясы болса да, өте қарапайым күйде. [8].



2-сурет – Сызбадан 3D моделін құру

Құрметті екінші орын Makerbot принтерінің бағдарламалық құралы - MakerWare болды. Екі түсті басып шығару мүмкіндігі қарапайым және ыңғайлы, бірақ оны іске қосқаннан кейін барлық қосымша мүмкіндіктерді қауіпсіз ұмытуға болады. Енді сіз RAFT немесе тірек құралын таңдай алмайсыз.

Үшінші орында Reprap және Ultimaker принтерлеріне арналған бағдарламалық құрал Cura. Көп түсті басып шығару бағдарламалық құралдың соңғы нұсқасында пайда болды және бета күйінде. Көбінесе, «көп түсті басып шығару» ұяшығына белгі қойылғаннан кейін де бұл функция қосылмайды. Бірақ ренжітудің қажеті жоқ, ол бета.

Соңғы орында ReplicatoG. Екі түсті үлгіні басып шығару үшін алдымен сол жақ экструдер, содан кейін оң жақ үшін үлгіні есептеп, содан кейін осы екі файлды желімдеу керек. Процедура, мойындауым керек, тез емес.

Көп түсті FDM басып шығару - қазіргі уақытта әзірлену үстіндегі өте пайдалы және қызықты технология. Егер сіз 3D басып шығаруды енді ғана меңгере бастасаңыз, онда бір экструдері бар үлгілерді мұқият қарастырған жөн .

Бірегей 3D басып шығару технологиясы – Толық түсті 3D басып шығару. Бұл технологияның басты ерекшелігі - қолданылған түстердің ең жоғары дәлдігінің арқасында фотореалистикалық сапада үлгілерді алуға мүмкіндігіңіз бар . Бұл құрылыс схемасы дизайнерлерді ерекше қызықтыратынына назар аударамыз . Оның көмегімен сіз ерекше безендіруді немесе кішкентай адамның фотореалистік көшірмесін оңай ала аласыз. Мұндай қызметтер Еуропада, АҚШ-

та, Жапонияда және Қытайда белсенді түрде қолданылады.

Бұл технологияның дизайны өте қарапайым, бірақ оны іс жүзінде енгізу барлық механизмдердің үйлесімді жұмысын талап етеді. Процесс гипс тәрізді материалды арнайы науаға салудан басталады, содан кейін ол арнайы роликтер мен щеткалармен тегістеледі. Осыдан кейін принтер нысан қабатын қабат-қабат құра бастайды. Бұл бөліктерді таңдамалы түрде бояуды, содан кейін жабысқақ материалды (цианакрилат сияқты нәрсе) қолдануды қамтиды. Бір қабат пайда болғаннан кейін олар келесі қабатқа және одан кейінгі қабатқа келеді. Соңында, беріктігі мен сыртқы түрін жақсарту үшін бүкіл модель осы жабысқақ материалмен қапталған. Қажетті түс бар 4 түсті қажетті пропорцияда араластыру арқылы алынады. Нәтиже - 600x540 dpi рұқсатта 390 000 түске дейін алу мүмкіндігі, ең аз дәлдік 0,1 мм, ал максималды модель өлшемі шамамен 500x380x230. мм. Құрылыс жылдамдығы сағатына 5-тен 15 мм-ге дейін [9].

Жану проблемалары институты түрлі-түсті пластмасса бұйымдарын жасауға арналған алғашқы отандық 3D принтерін құрастырды. Төменде оның дамуы мен өндірісі туралы ақпарат берілген.

SolidWorks мамандандырылған компьютерлік бағдарламасының көмегімен жасалған болашақ өнімнің түсі туралы ақпарат басып шығаруға дайындық жұмыстары кезінде жоғалады, яғни бұл аударма процесінде бұл бағдарламалық түрде қамтамасыз етілмейді (дайындық мамандандырылған STL пішімінде, ол 3D принтерлерінің көптеген шетелдік өндірушілерімен жеткізіледі).



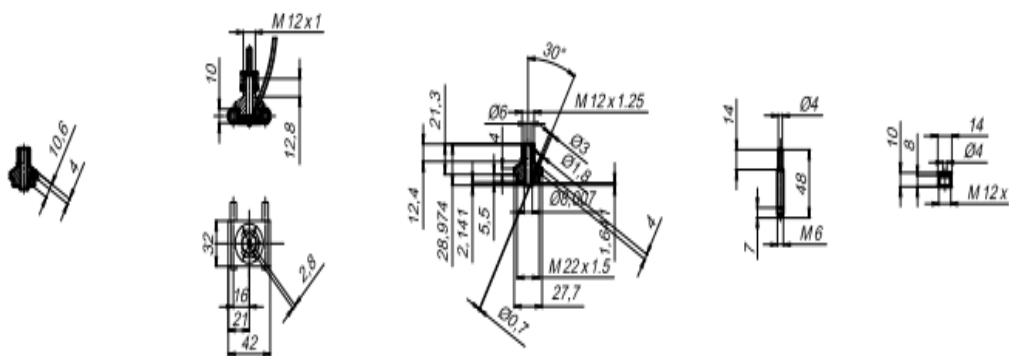
1– Жану мәселелері институтының «IPG Emblem» екі түсті өнімі; 2 – бір түсті глобус; 3 – екі түсті бұйым – сақина

3 -сурет – Жану проблемалары институтында екі экструдер 3D принтерінің көмегімен жасалған 2 түсті өнімдердің фотосуреттері

Түс ақпаратының бұл жоғалуы бізді 2 түсті өнімдерді жанама түрде жасау мәселелерін шешуге мәжбүр етті. Мысалы, егер мақсатты өнімде екі түс болса, онда бастапқы өнім әртүрлі түстері бар екі блоктан салынған сияқты салынған. Түрлі түсті сызбалардың екі блогы бағдарламалық қамтамасыз ету арқылы әртүрлі түстері бар басқа экструдерге бөлек жіберілді, бұл 2 түстен өнім алуға мүмкіндік берді. Институтта алынған 2 түсті өнімнің демонстрациялық көшірмесі 3 суретте көрсетілген .

Айта кету керек, екі түсті бұйымдарды алудың бұл әдісі практикалық қолдану тұрғысынан мүлдем ыңғайлы емес, өйткені SolidWorks-тегі түпнұсқа сызбада әр уақытта екі түс үшін ақпараттың екі блогын жасау қажет. . Осы фактілерді талдау түрлі-түсті 3D принтерлер үшін жаңа тәсілді әзірлеу қажеттілігіне әкелді , бұл жобаның негізгі соңғы мақсаттарының бірі болып табылады және осы бағытта жұмыс жалғасуда.

RGB (қызыл , жасыл , көк) әдісін қолдану идеясы болды, өйткені ол сурет түтіктерін пайдаланып теледидар технологиясын жақсы меңгерген. RGB әдісімен 3D принтерлерде ақ және қара түстерді алу мүмкін емес екені белгілі болды . Осы факторларды және 3D принтерлерінде қолданылатын полимерлерде тұтқырлықтың болуын ескергеннен кейін біз модификацияланған әдісті қолдануды шештік, яғни 5 полимер түсінің жиынтығын (және RGB әдісі тек үш түсті пайдаланады), оның ішінде ақ және қара түсті полимерлер. Осыдан кейін бес түрлі түсті полимерлерге арналған бес кірісі бар экструдер дизайнын әзірлеу және өндіру туралы шешім қабылданды. Бес түрлі түсті полимерлері бар бес кірісі бар экструдер дизайнын әзірлеу және шығару туралы шешім қабылданды. Бұл экструдердің толық сызбасы - ноу-хау мәселесі. Көп кірісті бір экструдердің сызбасы 4- суретте көрсетілген .



4 - сурет – Көп кірісті бір экструдердің сызбасы

Сонымен қатар, осы түстерді жақсы араластыру үшін жаңа 5 кірісті экструдерде араластырғыш құрылғы қарастырылған.

Бірақ екі түсті басып шығару бір баста орналасқан екі саптаманы жылдам ауыстыру арқылы жүзеге асырылатын отандық өндіруші туралы сөз қозғаған

жөн. Шындығында, сіз қанша тырыссаңыз да, бір саптама арқылы басып шығару кезінде түс өзгеруінің шекарасында міндетті түрде пластик пен бұлыңғырлық қоспасы пайда болады.