

## Дәріс 9

### 3D басып шығаруда қолданылатын сирек материалдар

3D басып шығару бүгінде көптеген материалдарды пайдалана отырып, кең ауқымды салаларда қолданылады. Дегенмен, арнайы қасиеттері немесе құрылымы үшін кейбір сирек материалдар ерекше орын алады. Олар жоғары беріктік, биосәйкестік, өткізгіштік немесе ыстыққа төзімділік талап ететін күрделі қолданбаларға арналған. Бұл шолуда 3D басып шығаруда қолданылатын сирек материалдар, олардың ерекшеліктері, артықшылықтары және қолдану салалары қарастырылады.

#### 1. Металл қоспалары

Жиі қолданылатын металдардан (алюминий, титан, болат) тыс 3D басып шығаруда сирек кездесетін, ерекше қасиеттері бар металдар да қолданылады. Мысалы, **вольфрам** өте жоғары температураға төтеп беретіндіктен, ол аэроғарыштық және ядролық технологияларда маңызды рөл атқарады. **Ниобий** және **тантал** сияқты металдар да жоғары температураға төзімділікпен қатар, коррозияға тұрақтылығымен ерекшеленеді, бұл оларды химия өнеркәсібінде таптырмас материалдар етеді.

Зерттеулер [1] көрсеткендей, вольфрамның тығыздығы және беріктігі оның ыстыққа төзімді бөлшектерді, мысалы, ғарыштық зымырандар компоненттерін басып шығаруда қолданылуын арттырады. Сонымен қатар, сирек металдар арнайы қасиеттеріне байланысты қымбат болғанымен, олар күрделі құрылымдарда ұзақ қызмет етуін қамтамасыз етеді.

#### 2. Керамика және цирконий оксиді

**Керамика** 3D басып шығаруда сирек кездесетін материал болып саналады, себебі оны балқыту және қалыптау қиын. Дегенмен, керамика жоғары температураға төзімді және биологиялық инертті болғандықтан, оның қолдану аясы кеңейіп келеді. **Цирконий оксиді** ерекше беріктік пен тұрақтылықты қамтамасыз ететін болғандықтан, ол стоматологияда және хирургияда жиі қолданылады. Бұл материалды 3D басып шығару арқылы тіс протездері және биологиялық импланттар жасау мүмкіндігі бар [2].

Керамикалық материалдардың қолданылуы көбінесе зертханалық қондырғыларда және биомедицинада кең таралған, себебі олар химиялық реакцияларға төтеп береді және тозуға өте төзімді.

#### 3. Никель және мыс негізіндегі суперқорытпалар

Никель және мыс негізіндегі **суперқорытпалар** 3D басып шығаруда жоғары температуралы қолданбалар үшін пайдаланылады. Олар авиациялық және энергетикалық жабдықтар үшін маңызды, себебі бұл материалдар ыстыққа төзімді, коррозияға және тозуға төтеп береді. Мысалы, **инконель** сияқты никель қорытпалары авиациялық қозғалтқыштар, турбиналар және газ тасымалдау жүйелері үшін таптырмас материал. Зерттеулер [8] көрсеткендей, суперқорытпалардан жасалған компоненттер жоғары сенімділікті қамтамасыз етеді.

Аддитивті өндірістің артықшылығы бөлшектерді тез арада қажет болған кезде тез арада жасау болып табылады. Мысалы, бөлік дереу қажет болғанда, ол қоймада жоқ немесе бөлшекке қажеттілік жету қиын немесе шалғай жерлерде болуы мүмкін. Қоспа өндірісі өндірілмейтін бөлік қажет болған кезде пайдалы. Өндірілмейтін бөлшектердің мысалдарына прототиптер, теңшеу, дайындау және құрамдас деңгейдегі жөндеу жатады [37].

Қоспа өндірісі металды жылдам дайындау процесі болып саналады. Құрамдас бөліктер кіріктірілген немесе аз әрлеу жұмыстарымен пайдаланылады. Аддитивті өндіріс жасыл өндіріс процесі болып саналады, өйткені қосымша өндіріспен байланысты минималды өндіріс қалдықтары, аз шығын материалдары және энергия мен шикізатты тиімді пайдалану [38]. Неліктен Additive Manufacturing жасыл өндіріс процесі ретінде қарастырылатынының мысалы 78-суретте көрсетілген.

Сурет 78 Қосымша өндіріс жасыл өндіріс процесі ретінде [38]

78-суретте EBF<sup>3</sup> жай ғана электронды сәулелік металды тұндыру AM технологиясында қолданылатын әдіс болып табылатын электронды сәулелік балқыту арқылы ерікті пішіндерді алуды білдіреді [39]. 7-суретте кәдімгі механикалық өңдеуде дайындау процесі тым көп материалдан басталатынын, оның артық мөлшері дайын өнімді жасау үшін қажет емес екенін көрсетеді. AM көмегімен өндіріс материалдың ең аз мөлшерінен басталады. Компонентті жасау үшін тек қажетті материал қосылады -

суретте сатып алу - ұшу арақатынасындағы айырмашылықтың мысалы көрсетілген қатынасы, ұшақ өнеркәсібінде (сатып алынғанның ұшқанға қатынасы) қосымша өндіріс пен кәдімгі өңдеу арасында кеңінен қолданылатын

ұғым. 78-суретте көрсетілген мысал үшін өңдеудің әдеттегі өндіріс процесі 20:1 арақатынасына ие, бұл түпкілікті өнімнің салмағы оны жасауға жұмсалған материалдардың мөлшерінен 20 есе аз екенін көрсетеді. Қосымша өндірісте EBF<sup>3</sup> көмегімен өндірілген түпкілікті өнім сатып алынғанның ұшып кеткеніне 2:1 қатынасына ие. Нәтижесінде аддитивті өндіріс дәстүрлі өндіріс әдістерімен салыстырғанда шикізат, энергия, кесу сұйықтары түріндегі химиялық заттардың аздығы және өндіру уақыты сияқты ресурстарды айтарлықтай үнемдейді. Ресурстарды үнемдеу, сайып келгенде, шығындардың айтарлықтай төмендеуіне әкеледі [40].

Аддитивті өндіріс процестерінің кең ауқымды қолдану мүмкіндігі бар. Әлеуетті қолданбаларға мыналар жатады: аэроғарыштық және автомобиль өнеркәсібі, медициналық имплантаттар, құю және қалыптау өнеркәсібіне арналған құралдар мен штамптар, спорт тауарлары, шалғай аудандарда жөндеу және дайындау. Қысқа мерзімдер мен дизайнды оңай өзгертуге қол жеткізіледі. Қарқынды механикалық өңдеуді жою арқылы материал мен қалдықтардың шығындары азаяды, нәтижесінде жақсы экономикалық тепе-теңдікпен қоршаған ортаға әсер азаяды

Жоғары беріктік қасиеттері маңызды болған кезде құймалардың механикалық қасиеттері азырақ сәйкес келуі мүмкін. Тұндыру процесі арқылы мүмкін болатын неғұрлым дәйекті кристалдану жағдайларына байланысты, SMD механикалық қасиеттері бойынша бірдей химияның поликристалды құймаларынан асып түседі. Негізгі механикалық сипаттамалар дәнекерленген жіктерде байқалатындарға сәйкес болады.

Гибридті қабат өндірісі ( HLM ) – аддитивті және субтрактивті процестердің комбинациясын пайдалана отырып, металл объектілерін құрастыратын RM процесі. Жоғары сапалы құрамдас бөліктер үшін цифрлық компьютерді басқару ( CNC ) өңдеу (алу әдісі) қолайлы әдіс болып табылады [42]. Негізінде, жылдам CNC өңдеу қажетті геометриялық мүмкіндікті жүзеге асырады [43]. Дегенмен, CNC CNC бағдарламаларын жасау үшін адамның араласуын талап етеді және материалды алып тастаудың ықтимал үлкен көлемін талап етеді, бұл оны баяу және қымбат етеді [44].

Екінші жағынан, АМ адамның аз араласуымен құрылымды физикалық нысанға айналдыра алады [45]. Гибридті қабаттастыру материалдың тұтастығына назар аударады және нәтиже жеткілікті өңдеумен соңғы пішінге жақын. Әрбір қабат қабыршақтарды және жоталарды кетіру және құрылыс бағытының дәлдігін қамтамасыз ету үшін қайталанатын түсіру, өңдеу процесі арқылы салынады [46].

Толық автоматтандыру геометрия мен материалдың сапасы бойынша ымыралармен келеді. Гибридті қабатты өндіру процесі субтрактивті және

аддитивтік әдістердің ең жақсы мүмкіндіктерін біріктіреді. Соңғы нысанға жақын пішінді алдымен MD дәнекерлеу арқылы салуға болады. Соңғы пішінді кейінірек аяқтауға болады. Гибридті қабаттарды өндіру процесі қысқартылған CNC бағдарламалауына және өрескел өңдеуді жоюға байланысты уақыт пен үнемдеуді қамтамасыз етеді [47]. «Жақын соңғы пішін» соңғы өңдеу үшін қажетті кернеуді жоюға немесе термиялық өңдеуге ұшырауы мүмкін [48].

### **Қорытынды**

3D басып шығаруда қолданылатын сирек материалдар өндіріс, медицина, авиация және электроника сияқты салаларда жаңа мүмкіндіктер туғызады. Әр материалдың ерекше қасиеттері бар, оларды дәстүрлі материалдарға қарағанда кеңінен қолдануға мүмкіндік береді. Болашақта материалдар сапасының жақсаруы және 3D басып шығару әдістерінің дамуы осы сирек материалдардың қолданыс аясын кеңейтеді.