

УДК 624.05

Жабаев Ж.Б. Халықаралық білім беру корпорациясының магистранты

Оразимбетова М.Б. ҚазБСҚА жаныдағы колледж ассистент профессоры, техника ғылымдарының магистрі

БЮДЖЕТТІК ҚҰРЫЛЫС ЖҰМЫСТАРЫ ҮШІН 3D БАСЫП ШЫҒАРУ МҮМКІНДІКТЕРІ

В данном статье рассматривается перспективы 3D - печати для строительства с применением несколько видов фибры.

Бұл мақалада талшықтардың бірнеше түрін қолдана отырып, құрылысқа арналған 3D басып шығару перспективасын қарастырылады.

This article discusses the prospects of 3D printing for construction using several types of fiber.

Кез келген нарықта құрылыс материалдардың құнына сұраныспен ұсыныстары болады. Қазіргі уақытта жылжымайтын мүлік саласындағы ұсыныс Қазақстанның құрылыс нарығына теріс әсер етуі мүмкін, егер де өнеркәсіптік және азаматтық құрылыс объектілерге сұраныс күрт өссе, Қазақстанның құрылыс нарығына оң немесе теріс әсерін береді.[1]

Бұл сәтте шетелдік мамандар (білікті және білікті емес) көмекке келе алады, бірақ шетелдіктердің қызметтері мен олардың технологиялары уақытша және әдеттегіден қымбат болады.

Тағы бір түрі болуы мүмкін, онда отандық құрылыс компаниялары қазіргі заманғы технологияларды қолдана отырып, бағаны ұстап тұра отырып, құрылысты ағынды өндіріске қою арқылы еңбек сыйымдылығын азайтуға мүмкіндік береді.

Қазіргі таңда құрылыс саласындағы жаңа технология-3D басып шығару технологиясы боп келеді. Бүкіл әлемдегі эксперименттік жұмыстар бюджеттік құрылыс үшін 3D принтерлерін қолдану уақыты деп айтуға мүмкіндік береді.

Оның көмегімен әртүрлі сәулет құрылымдарын құру ғана емес, сонымен қатар үлкен көлемдегі ғимараттарды салу мүмкіндігі пайда болды. Жабдық 1-2 маманның бақылауымен шаршауды білмей, тәулігіне 24 сағат жұмыс істей алады.[3]

3D басып шығару қосымша өндіріске жатады, басқаша айтқанда, технология материалдың дәйекті қабаттарын қолдану арқылы объектілерді құруды қамтиды. Осылайша жасалған модельдерді өндірістің кез - келген кезеңінде қолдануға болады, прототиптерді жасау үшін (жылдам прототиптеу) және дайын өнім ретінде (жылдам өндіріс).

Құрылыста қолданылатын 3D басып шығарудың үш негізгі әдісі бар:

- күйдіру әдісі (селективті күйдіру);
- тозаңдату әдісі (компоненттік желімдеу, стереолитография);
- тұтқыр жұмыс қоспасын қабатты экструзиялау.

Қабатты экструдтау әдісі көптеген құрылыс принтерлерінің 3D басып шығарудың негізгі әдісі болып табылады.

Төменгі жол-бұл құрылым экструдердің (жұмыс саптамасының) көмегімен қалыптасады, ол бетон қоспасының қабатын бағдарлама салған контурдың үстіне сығып, ғимараттың қабырғаларын өсіреді. Бұл технология FDM деп аталады.

Дизайнер үшін 3D моделін жасау қиын емес, өйткені тегін бағдарламалық өнімдердің дәлдігі жеткілікті, ал құрылыс 3D принтерлерін өндірушілер бағдарламалық жасақтаманы жиынтықта орналастырады. Қазіргі уақытта 3D модельдеу үшін Sketchup, FreeCAD және т. б. осы сияқты танымал бағдарламалар бар.

Көпірлі кран түрінде және жебе-манипулятор түрінде 3D принтерлердің екі түрінің болуы белгілі. Құрылыс 3D принтерінде саптама немесе экструдер бар және одан жұмыс қоспасын сығып алады. Бетінде, онда құрылған көлемді бұйымды аталады жұмыс зонасы бар мөлшері болады, қойылатын шама барысы шүмектер, әрі қалыптарды талап етілмейді. Басқаша айтқанда, көлемді басып шығару құрылыс машинасы - бұл электр қуатын пайдаланып дайын ғимарат құруға қабілетті өзін-өзі қамтамасыз ететін механизм. Негізгі құрамдас бөлігі 3D - машиналар болып табылатын рама, онда қондырылған құрылғы, қозғалатын желілік жоспары бойынша қозғалады, белгіленген бойындағы ғимараттар, сондай-ақ жүріп шүмектер және көтеру конструкциялары бар принтер. Осылайша, қозғалыс үш өзара перпендикуляр бағытта-х,у,z осьтерінде жүзеге асырылады.

3D принтерімен басып шығару жүйесінің өзі келесі элементтерді қамтиды:

- қозғалыс жүйесі (крандар немесе роботты манипулятор);
- экструзия жүйесі (саптамасы бар басып шығару басы);
- портативті араластыру қондырғысы (елеу және араластыру)4
- сору жүйесі (электроникамен басқарылады);
- басқару блогы (электроника, позициялау және басқару жүйесі);
- мониторинг жүйесі (басып шығару процесін бақылау камералары/мониторлары);
- қауіпсіздік жүйесі (қажет болған жағдайда жүйені өшіреді).

Құрылыс 3D басып шығару технологиясында жұмыс қоспасының құрамы маңызды рөл атқарады, мұнда негізгісі тез қататын бетон болып табылады, ол құрылымның тірек элементтерінің (қабырғалар, төбелер) белгілі бір сипаттамаларын арттыру үшін әртүрлі қоспаларды қамтуы мүмкін, сонымен қатар әртүрлі талшықтармен немесе болат арматурамен біріктірілуі мүмкін. Бетон қоспасы-беріктігі 650-700 кгс/см жететін "органикалық қабырға құрылымын" жасау үшін қажет В50 класындағы жоғары берік бетон.. алғашқы тәуліктерде бетон қоспасына негізделген конструкция жобалық беріктіктің 25% - на дейін жетеді, бірақ беріктіктің мұндай жоғары қарқыны бетонның соңғы қасиеттеріне теріс әсер етпейді. Қоспаны орнату 3-120 минут ішінде жүреді, ал пішін жеткілікті түрде жақсы сақталады, бұл 3D басып шығару кезінде қажет. Бетон қоспасына аз шөгу (28 тәулік жасында 0,6 мм/м) және ең аз су-цемент қатынасы тән.[2,3]

Бетон қоспасына негізделген тез қататын қосылыстар:

- су-цемент қатынасы төмен мәні бар қатты бетон қоспасын қолдану;
- катаю үдеткіші қоспаларын (CaCl_2), алюминий цементін және т. б. қолдану.;
- гипс қосылған (цемент массасының 2-5%) немесе кешенді арнайы қоспаларды қолдана отырып цементті құрғақ немесе дымқыл домалауда;
- цемент ерітіндісін белсендіру.

Қатайтатын үдеткіш қоспалардың ішінде кальций хлориді ең көп таралған, ол басқа қоспалармен салыстырғанда жақсы нәтиже береді. Бетон конструкцияларында мұндай қоспаның мөлшері 3% - дан аспауы керек. Бұл материалдың негізгі артықшылықтары:

- қоспаның қозғалғыштығын сақтаудың аз уақыты Үлкен биіктіктегі элементтерді аралық кептіруге басып шығаруға мүмкіндік береді;
- шағын беріктік: 28 тәул. жасында қысуға-1,6 Мпа, иілу кезінде созылуға-1 Мпа;
- кальций хлориді ерте жаста бетонның катаюын ұйымдастыруға, цемент шығынын біршама азайтуға және қоспаның жұмыс қабілеттілігін жақсартуға мүмкіндік береді;
- дайын материал беріктіктің тез өсуін қамтамасыз етеді, жоғары су өткізбейтін және аязға төзімді.

3D принтерде басып шығаруға арналған бетон қоспасының қоспаларының бірі-талшық. Ол құрғақ құрылыс қоспаларына ерітінділерді қосады, микродеңгейде құрылыс конгломераттарының тұтқыр заттарының құрылымын өзгертетін (оңтайландыратын) микроарматтаушы компонент рөлін атқарады, сондықтан бетонды Болат арматурамен арматуралаусыз жасауға мүмкіндік береді, өйткені құрылымның беріктігі мен қаталдығын жеткілікті шамада қамтамасыз етеді, соның салдарынан оның салмағы, сондай-ақ арматуралауға арналған шығындар азаяды (кестеде көрсетілген).

Фибра түрі	Жалпы қасиеттері	Артықшылықтары
Шыны	- қысу (созылу) және иілу кезінде беріктік артады;	- Соққыға төзімділігін арттырады; - жоғары тығыздық пен арматураның біркелкілігіне қол жеткізіледі
Полипро-пиленді	-жоғарылайды, термиялық тұрақтылығы; - құрылыстарды салу мерзімі қысқарады; - материалдардың шығыны азаяды;	- Цемент ерітіндісінің икемділігін арттырады; - қоспаның меншікті салмағын азайтады; - бетон конструкцияларының тозуға төзімділігін арттырады; - су өткізбейтін және аязға төзімді
Базальт	- жарықтың пайда болуына төзімділік дәрежесі артады	- Электр оқшаулау қасиеттеріне ие; - жануды қолдамайды; - экологиялығы
Болат		- Жүк көтергіштігін жоғалтпай бетондау қалыңдығы мен массасын азайтады; - динамикалық жүктемелерге төзімділікті арттырады; - құрылымдардың гидрооқшаулау сипаттамаларын жақсартады

Сонымен қатар, Болат немесе полимерлі микрофибрамен нығайтылған құрылыс материалы ретінде тез қататын бетон қоспасын қолдану белгілі. Қабырғаның көтергіштігі мен беріктігін арттыру үшін болат арматураның көмегімен арматураның әртүрлі түрлерін де қолдануға болады.[4]

Металл (болат) арматураның көмегімен арматуралау көлденең де, тік бағытта да жүргізілуі мүмкін. Тік арматура басып шығарғаннан кейін қабырғалардың технологиялық қуыстарына орнатылады, содан кейін қажетті маркалы бетон құйылады. Көлденең арматуралау Болат шыбықтарды немесе жалпақ арматураны қолдана отырып, басып шығару процесінде құрылымдық қабаттар арасында жүзеге асырылады. Арматураның бұл түрін қолдану өте қарапайым, бірақ оның айтарлықтай кемшілігі бар: қол еңбегін пайдалану қондырғының дәлсіздігін тудыруы мүмкін, сонымен қатар арматураны орнатуға қосымша уақытты қажет етеді.

Ғимараттар мен құрылыстарды 3D басып шығару технологиясы, сөзсіз, инновациялық және өте перспективалы, бірақ оны қолдану кезінде бірқатар проблемаларға тап болу керек:

1. 3D принтері бар ғимараттарды салу үшін нормативтік және заңнамалық базаның болмауы оны жаппай дамыту үшін пайдалануды шектейді, сондықтан үлкен құрылыс принтерлері. Бүгінгі таңда бұл құрылғылар негізінен аз қабатты және шағын көлемді жеке құрылыс үшін, сондай-ақ шағын сәулет нысандарын жасау үшін қолданылады.

2. 3D басып шығару үшін жоғары құны жабдықтар. Шын мәнінде, инновациялық технологиялар бастапқыда өте жоғары бағаға ие; ұзақ уақыт өткеннен кейін, егер технология өзінің практикалық екенін дәлелдесе, ол одан әрі таратылады және қол жетімді бағамен көпшілікке қол жетімді болады.

3. 3D-принтерді қолданатын құрылыс технологиясы құрылыс алаңының ерекше сипаттамаларын талап етеді (атап айтқанда, бағыттаушы рельстерді төсеу үшін тегіс алаң қажет, сондай-ақ басып шығарудың жоғары дәлдігін қамтамасыз ету үшін олардың параллелизмін сақтауды үздіксіз бақылау қажет).

4. Принтердің өлшемдері шектеулі болғандықтан, салынып жатқан ғимараттың өлшемдері де шектеулі.

5. Басып шығаруға арналған әмбебап қоспасы жоқ.

6. Бетон қоспасының құрамына қойылатын талаптар өте жоғары, өйткені қабырға құрылымы беріктік пен қаттылық жағдайларына сәйкес келуі керек. Қарама-қайшылық туындайды: бір жағынан, жұмыс қоспасы тоқтап қалмауы және басып шығару механизмінде қатып қалмауы үшін қатаю уақытын ұзартатын пластификатор қоспасы қолданылады, екінші жағынан, келесі қабаттарды үздіксіз қолдану үшін қоспаның тез орнатылуын және қатаюын қамтамасыз ету қажет.

7. Осы технологияның көмегімен құрылыс жылдың жылы мезгілімен шектеледі, бұл кей облыстарда ғимараттар салуды қиындатады. Қыста құрылыс үшін үлкен жылытылатын уақытша шатырлар салынууда.

Бүгінгі күні орын алып отырған проблемалардың осындай санына карамастан, құрылыс саласында 3D-технологияларды пайдаланудың бірқатар артықшылықтары бар, олардың негізгілері мыналар болып табылады:

- құрылыстың жоғары жылдамдығы мен дәлдігі;
- пайдалану оңай;
- ғимараттар мен құрылыстардың салыстырмалы түрде төмен құны;
- қол еңбегін пайдалануды азайту;
- жұмысшылардың еңбек қауіпсіздігін арттыру;
- бетонның оңтайлы құрамын іздеуге бөлінген гранттар мен инвестициялар оң нәтиже береді.

Қазіргі уақытта 3D принтерлерді өндірушілердің негізгі күш-жігері бетон қоспасының оңтайлы құрамын іздеуге бағытталған. Әмбебап қоспаны жасау мәселесін шешу геобетон болуы мүмкін.

Кәдімгі (портландцемент) бетонмен салыстырғанда Геополимер бетоны экологиялық таза: ол қазба ресурстарын пайдалануды қажет етпейді, кәдімгі (портландцемент) бетонмен салыстырғанда Геополимер бетоны экологиялық таза: ол қазба ресурстарын пайдалануды қажет етпейді, оны өндіру кезінде 10 есе аз электр энергиясы жұмсалады және 90% аз көмірқышқыл газы шығарылады. Сонымен қатар, Геополимер бетоны отқа, қышқылдарға төзімді және суға жақсы төзімді. Ұқсас сипаттамалары бар портландцемент негізінде 3D басып шығаруға арналған қоспаны жасау 30-40% қымбатқа түседі.

Геополимерлі бетон құрамының ыстық климаттық жағдайларға, сондай-ақ қатал теріс температураларға модификациясы Қазақстанның солтүстік және оңтүстік өңірлеріндегі аддитивті технологияларды бейімдеуге мүмкіндік береді.

x^2 теңдеу үшін орын. Қазіргі заманғы құрылыс 3D принтері-бұл мобильді конвейер, оның қызмет форматы әлемдік бизнеске әсер етеді.

оны өндіру уақыты электр энергиясынан 10 есе аз жұмсалады және көмірқышқыл газынан 90% аз бөлінеді. Сонымен қатар, Геополимер бетоны отқа, қышқылдарға төзімді және суға жақсы төзімді. Ұқсас сипаттамалары бар портландцемент негізінде 3D басып шығаруға арналған қоспаны жасау 30-40% қымбатқа түседі.

Геополимерлі бетон құрамының ыстық климаттық жағдайларға, сондай-ақ қатал теріс температураларға модификациясы Қазақстанның солтүстік және оңтүстік өңірлеріндегі аддитивті технологияларды бейімдеуге мүмкіндік береді.

x^2 теңдеу үшін орын. Қазіргі заманғы құрылыс 3D принтері-бұл мобильді конвейер, оның қызмет форматы әлемдік бизнеске әсер етеді.

Қолданған әдебиеттер

1. Қазақстан Республикасының Президенті Н.Назарбаевтың Қазақстан халқына Жолдауы. 2019 жылғы №5 міндет Құрылыс және коммуналдық секторға заманауи технологияларды енгізу.
2. Э. Канесса, к. Фонда, М. Зеноро "Ғылым, білім және тұрақты даму үшін 3D басып шығару", 2020
3. <https://specavia.pro/about/>
4. <http://betonator.com>