

М. Сағынтай*, Ж. Байгунчеков
Satbayev University, Алматы, Қазақстан
*e-mail: skmuchagali-2009@mail.ru

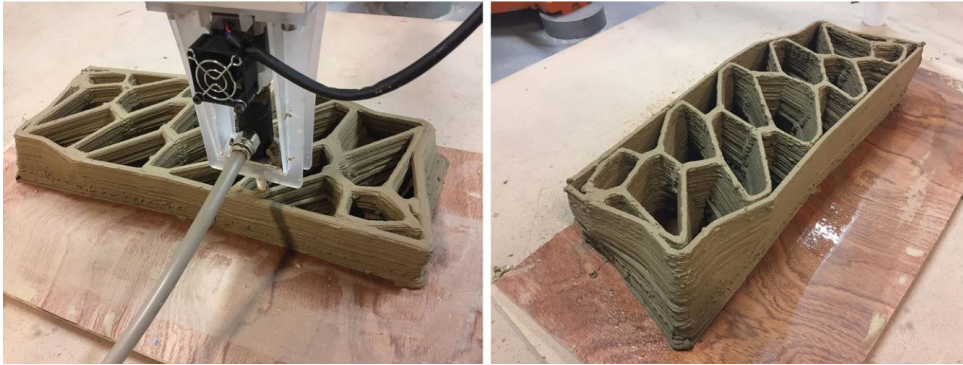
БЕТОНДЫ ҚАБАТТАП ҚҰЯТЫН 3D ПРИНТЕРЛЕРДІҢ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫН ТАЛДАУ

Андатпа. Бұл жұмыста бетонды қабаттап құю технологиясы мен оны жүзеге асыратын құрылыс 3D принтерлері зерттелінген. Баспа бастиектің берілген траекториямен қозғалуын қамтамасыз ететін құрылыстағы 3D принтердің жұмыс органының еркіндік дәрежесі қабаттап құйылатын бетонның жер бетіне қатысты қарапайым параллельдіктен күрделі пішімділікке дейін әр түрлі болып құйылуына тікелей әсері қарастырылған. Құрылыстағы 3D принтерлердің конструкцияларына жан-жақты талдау жасалынып, әр конструкцияның ерекшеліктері қарастырылып, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері сараланған. Қарастырылған құрылыстағы 3D принтерлердің конструкциялары барлығы дерлік нақты жүзеге асқан жобалардан алынған. Сонымен қатар, құрылыстағы 3D принтерлердің конструкциялары қамтамасыз ете алатын жұмыс аймақтарының өлшемдері мен ерекшеліктері талқыланып, олардың салынатын ғимараттың пішіні, пішінінің күрделілігі мен өлшемдеріне тікелей әсері қарастырылған.

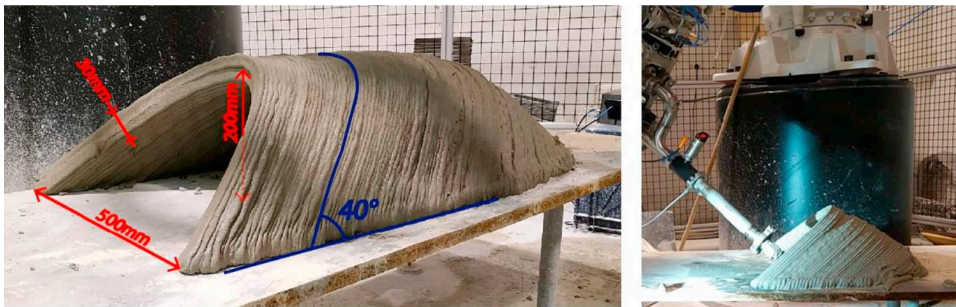
Негізгі сөздер: құрылыстағы 3D принтер, бетонды қабаттап құю, 3d принтердің шүмегі, баспа бастиек.

Кіріспе. Қазіргі уақыттағы көптеген бетонды қабаттап құятын 3D принтерлер материалды құятын баспа бастиектен, құятын баспа бастиекті берілген траекториямен алып жүретін позициялаушы жүйеден (робот-манипулятордан) және құйылатын материалды дайындап, оны құятын баспа бастиекке жеткізетін жүйеден тұрады. Әдетте, құйылатын материалды жеткізу жүйесі, құйылатын материалды дайындайтын құрылғыны санамағанда, робот-манипуляторға орнатылады. Робот-манипуляторлардың конструкциялық ерекшеліктері мен жұмыс аймақтары бетоннан қабатталып құйылатын ғимараттың өлшемдері мен сипатына тікелей әсер етеді. Робот-манипулятордың кинематикалық және динамикалық қасиеттері салынатын ғимараттың тұрғызылу жылдамдығы, қабаттап құйылатын қабырғалардың дәлдігі (түзулігі) мен сапасын анықтайтындықтан, аддитивті технологиямен салынатын ғимараттардың экономикалық тиімділігі оған тікелей байланысты.

Негізгі бөлім. Құрылыстағы аддитивті технологияны іс жүзінде жүзеге асыру үшін үш өсті XYZ координаталық жүйеде қозғалысты қамтамасыз ете алатын конструкциясы бар робот, яғни 3d принтер, қажет. Құйылатын қабат жер бетіне қатысты параллель жазықтықта (1,а-сурет) [23] немесе жер бетіне қатысты белгілі бір бұрышпен орналасқан жақықтықта (1,ә-сурет) [24], не болмаса күрделі пішінді бетте жатуы мүмкін (1,б-сурет) [25].



а) Құйылатын қабат жер бетіне қатысты параллель жазықтықта жатуы



ә) Құйылатын қабат жер бетіне қатысты белгілі бір бұрышпен орналасқан жақтықта жатуы



б) Құйылатын қабат жер бетіне қатысты күрделі пішінді бетте жатуы

1-сурет. Құйылатын қабат жер бетіне қатысты әртүрлі жазықтықта жатуы.

Сәйкесінше 3d принтердің жұмыс органы – 3d принтердің шүмегі құйылу керек қабатты жүзеге асыра алатындай траекториялармен қозғала алуы керек. Яғни, 3d принтердің конструкциясы 3d принтердің шүмегінің қозғалу заңдылықтарын қамтамасыз ете алатындай болуы керек. Қазіргі уақыттағы қолданыстағы құрылыс 3d принтерлерінің конструкцияларына тоқталар болсақ, оларды конструкциялары бойынша бірнеше түрге жіктеуге болады:

- порталды робот;
- өндірістік робот-манипуляторлар;
- кран-манипулятор типтес;
- аралас күрделі манипуляторлар (MIT университетінің құрылыс 3d принтері)
- қолданыстағы құрылыс машиналарын 3d принтерге бейімдеу (CONPrint3D).

Құрылыстағы аддитивті технологияның негізін салушы профессор Хошневис пен оның зерттеу тобынан [1, 2, 3] бастап қазіргі уақытқа дейінгі көптеген жобаларда порталды роботты пайдаланады [4, 5, 6, 7]. Порталды роботтың кинематикасының сипаты үш координаталық өс бойынша тек ілгерлемелі қозғалыс болғандықтан, басқарылуы қарапайым және дәлдігі жоғары. Салыстырмалы түрде қарапайым ілгерлемелі қозғалыстар жұмыс аймағының мүмкіндігінше барынша оңтайлы пайдаланып, қабатталып құйылып жатқан объектіге жақсы қолжетімділік береді. Дегенмен, порталды роботтың кинематикасының қағидасы бойынша порталды роботтың өлшемдері әрқашан қабатталып құйылатын объектіден үлкен болуы керек. Демек, үлкен ғимарат салу үшін құрылыс аймағында салынатын ғимараттан да үлкен порталды роботтың конструкциясын құрастыру керек. Көптеген порталды роботтар негізінен стационар болатындықтан, оларды құрылыс аймағында құрастыру-шашу жұмыстары қосымша уақыт пен қаржы шығындарына алып келеді. Сонымен қатар, порталды роботты құрастыру үшін құрылыс аймағына қойылатын айтарлықтай көп талаптар болады.

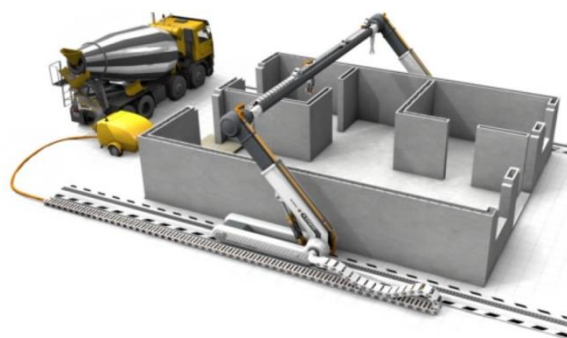
Осыған орай соңғы уақытта нарыққа шыққан жобалар порталды роботтардың жоғарыда айтылған кемшіліктерін жою үшін порталды роботтардың конструкциясын айтарлықтай өзгерткен. Атап айтқанда, америкалық компания ICON өзінің Vulcan атты 3D принтерін тасмалдау мен құрылыс алаңында монтаждау жұмыстарына қажетті уақыт пен қаржыны үнемдеу мақсатында тұтастай түрде жүк машинасына артып, құрылыс алаңына жеткенде түсіре салып жұмысқа салатындай етіп жасаған (2,а-сурет) [8]. 3D принтердің ені 10 м және биіктігі 3,5 м, жұмыс аймағының ені 8,5 м және биіктігі 2,6 м, сонымен қатар портал әр жағынан 4-еуден 8 дөңгелекке орнатылғандықтан, теориялық ұзындығы салынатын үйдің ұзындығымен шектеледі. Дегенмен, компанияның мәліметі бойынша шамамен 186 м² дейінгі ауданға бір қабатты үй тұрғыза алады [4].



а)



ә)



б)



в)

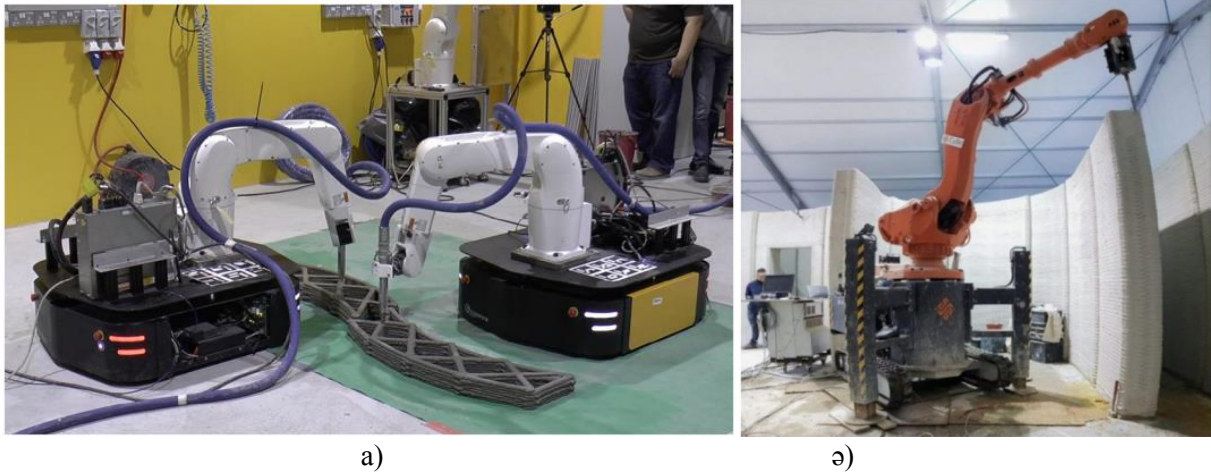
2-сурет. Конструкциясы порталды робот 3D принтерлер: а) ICON компаниясының Vulcan атты 3D принтері; ә) SOBOD компаниясының BOD2 атты 3D принтері; б) Профессор Хошневис Contour Crafting компаниясының концептуалды 3D принтері; в) WinSun компаниясының концептуалды 3D принтері

Даниялық компания COBOD өзінің BOD2 атты 3D принтерін ұзындығы 2,5 метрден болатын әмбебап модульдерден (әр модуль кез-келген өске орнатыла береді) құралатындай етіп жасаған. 3D принтердің үлкен кішілігіне қарамастан әр 3D принтер кем дегенде 1 бапталатын баспа бастиектен, X өсі бойынша қозғалатын 1 күймешенің негізі, Y өсі бойынша қозғалатын 2 күймешенің негізі, Z өсі бойынша қозғалатын 4 күймешенің негізінен тұрады (2,ә-сурет) [6]. Дегенмен, қазіргі уақытта 3D принтердің максималды ені 6 модульден (жалпы 15 м) және биіктігі 4 модульден (10 м), ал ұзындығы шектелмеген [9]. Бұл өлшемдер 3D принтердің өлшемдері екеніне және салынатын ғимараттың өлшемдері жоғарыда айтқанымыздай бұл өлшемдерден аз болатынына назарларыңызды аударамыз.

Сонымен қатар, бір-біріне өте ұқсас тағы екі әзірге концепт түріндегі жобалар жайында: америкалық компания Contour Crafting Corporation [3] және қытайлық компания WinSun [5] порталды роботтың конструкциясы мен кинематикасын айтарлықтай өзгерткен. X өсі бойынша қозғалыс Y өсіне топса арқылы байланысқан және бастапқыда жерге қатысты белгілі бір бұрышпен еңкейіп тұрған порталдың бойымен жүзеге асады. Y өсі бойынша қозғалыс құрылыс аймағына алдын ала орнатылған рельс бойымен жүру арқылы жүзеге асады және қозғалыс қашықтығы рельс ұзындығымен шектелген. Ал, Z өсі бойынша қозғалыс еңкейіп тұрған порталды гидрожетектер арқылы біртіндеп 90 градусқа дейін тұрғызу арқылы жүзеге асады (2б,в-сурет) [3,5]. Әзірге бұл концепттердің нақты жоба түрінде жүзеге асқаны жайлы анық ақпарат жоқ.

Кейбір іске асқан бетонды қабаттап құю жобаларында және көптеген зерттеу топтарында 3D принтер ретінде кәдімгі өндірістік роботтарды пайдаланады. Өндірістік роботтардың қолжетімділігі, салыстырмалы түрде арзандығы мен әмбебаптығы баспа бастиекті алып жүретін позициялаушы манипулятор ретінде таңдағаны түсінікті де. Өндірістік роботтар салыстырмалы түрде ұзақ уақыттан бері жобаланып-жасалынып келе жатқанының және өте кең таралғанының арқасында барлық техникалық сипаттамалары, атап айтқанда дәлдігі мен динамикасы және басқарушы бағдарламалық қамтамасыз ету жүйелері әбден оңтайландырылып, ұшталған, бірақ, ол өндіріске арналғандықтан, әдетте стационар болып келеді. Демек, оның жұмыс аймағы шектелген, яғни оның максималды жету аймағы 3,5-4,5 м [10,11,12]. Жұмыс аймағының шектеулігі мен стационарлығы және шаң-тозаң мен кір-ылғалдығы салыстырмалы түрде аз зауыттарға арналғандықтан, оның нағыз құрылыс алаңдарында қолдануын шектейді. Дегенмен, осындай стационар өндірістік роботтардың бірнешеуін бір объекті тұрғызу үшін ұжымдастырып, бетонды қабаттап құюда роботтардың ұжымдық жұмысын зерттеген жұмыстар бар (3,а-сурет) [13]. Кейбір жобаларда өндірістік роботтарды мобильді платформаға орнатып және жоғары-төмен қозғалтатын механизмдермен қамтып, бетонды қабаттап құю жұмыстарында қолданып жүр (3,ә-сурет) [14]. Бұл өндірістік роботтың 3-4,5 метрмен шектелген жұмыс радиуысын мобильді платформа жете алатын аймаққа дейін кеңейтеді. Бірақ, мобильді платформамен бірге қозғалатын өндірістік робот өзінің кеңістіктегі орны мен жұмыс органының (баспа бастиектің) позициясын нақты уақытта қадағалап отыруы үшін және берілген қозғалыс заңдылықтарын (қабаттап құйылатын бетон арқанның траекториясын) айна қатесіз қайталай алуы үшін басқару жүйесінің қосымша жетілдіруін қажет етеді.

Өндірістік роботтың жұмыс кеңістігін кеңейтудің басқа балама жолдарын Брауншвейг университетінің Сандық ғимараттар салу лабораториясы (түпнұсқада қысқартылуы DBFL) өлшемдері: ұзындығы 16 м және ені 7 м болатын 3-өстік порталды мрамор кесуге арналған фрезерлік білдекке өндірістік роботты орнату арқылы жүзеге асырған (4,а-сурет) [A15]. Ал, Массачусетс технологиялық институтының зерттеуші тобы «Сандық құрылыс платформасы» деп аталатын шынжыр табанды мобильді платформаға телескоптық жебесі бар манипуляторды орнатып, оның ұшына өндірістік роботты орнатқан құрылыс 3D принтерін жасап шығарған (4,ә-сурет) [26]. Бұл 3D принтер демонстрациялық көрсетілімінде монтаждық көбікшені қабаттап құю арқылы бетон құятын қалып жасады.



3-сурет. Конструкциясы өндірістік робот 3D принтерлер: а) роботтардың ұжымдық жұмысы; ә) СуВе компаниясының 3D принтері.

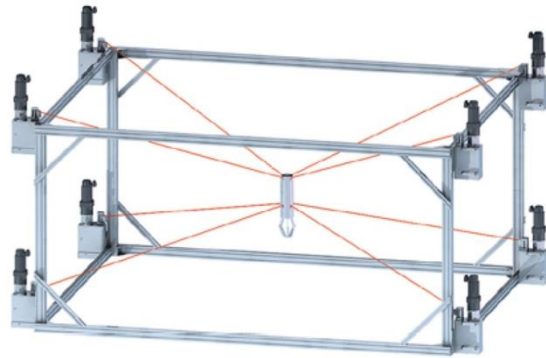


4-сурет. Өндірістік роботты басқа бір конструкцияға орнату: а) DBFL тұжырымдамасы бойынша жасалған порталды роботқа орнатылған өндірістік роботы бар 3D принтер; мобильді платформаға орнатылған телескоптық жебесі бар манипуляторға орнатылған өндірістік роботы бар 3D принтер.

Ресейлік-американдық компания Aris Cor полярлық координаттар жүйесіне негізделген телескоптық жебелі роботты пайдаланады. Телескоптық жебенің ұзындығы 8,5 м-ге дейін жетеді және ол өз өсінің бойымен оңға да солға да 360⁰-қа айнала алады, сонымен қатар телескоптық жебе орнатылған өсі 3 гидрожетектері арқылы 1,5 м-ден 3,1 м-ге дейін көтеріле алады (5,а-сурет) [16,17]. Бұл роботтың жұмыс аймағы цилиндрлік типтес болғандықтан, робот қабаттап құйып жатқан ғимараттың ортасына орналасуы керек, осылай робот 130 м² ауданға дейінгі ғимаратты тұрғыза алады [A15]. Роботтың жоғары дәлдігі, басқарылуының қарапайымдығы, құрылыс алаңында құрастырып-қайта шашып жатпай, жүк машинасынан түсіре салып жұмысқа сала алу және жұмыс аяқталған соң, бүтіндей жүк машинасына артып алып кете алу сияқты артықшылықтарының болуымен қатар, биіктінің 3,3 м-мен шектелуі, стационарлығы сияқты кемшіліктері де бар. Егер ғимараттың бір қабатының биіктігі 3,1 м-ден биігірек болса, онда робот оны тұрғыза алу үшін оның астына биіктететін платформа қою керек болады. Ал, егер көп қабатты ғимараттың бір қабатының биіктігі үш метрге жетпесе және қабат аралық жабын роботтың 2 тонналық салмағын көтере алса, онда бірқабатты тұрғызып болған соң, екінші қабатқа орнатып, сол қабатты тұрғызып, одан келесі қабатты тұрғызып кете береді.



а)



ә)

5-сурет. Бетонды басып шығаруға арналған ауқымды манипуляторлар:

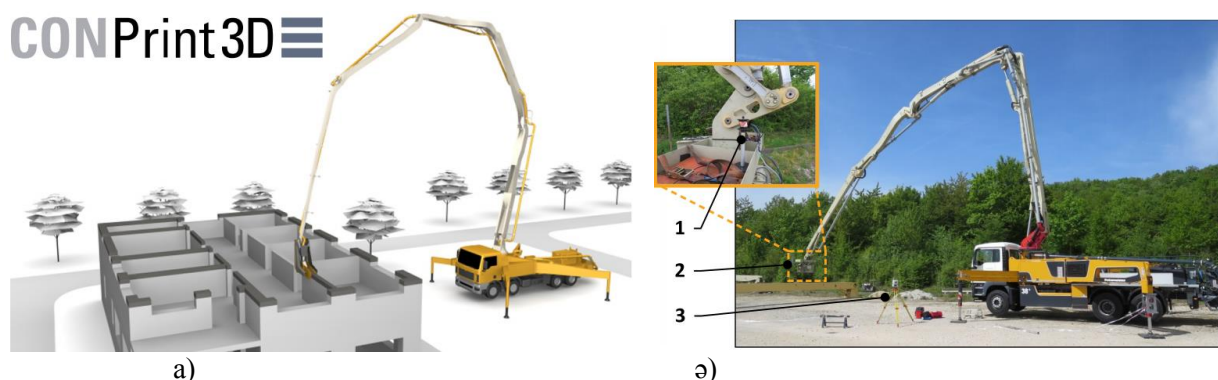
а) Aris Cog компаниясының 3D принтері; ә) HINDCON [A19].

Еуропалық HINDCON ғылыми жобасы кабельді роботты баспа басы үшін манипулятор жүйесі ретінде пайдалануға бағытталған (5,ә-сурет) [A19]. Осы мақсатта басып шығару механизмін қолдау платформасы бірнеше параллель кинематикалық кабельдермен басқарылады. Кабельдің белгілі бір ұзындығының конфигурацияларын реттеу арқылы тасымалдаушы платформасының орналасуы мен бағытын өте оңай өзгертуге болады, осылайша баспа басы қол жетімді жұмыс кеңістігінде кез-келген позицияға ауыса алады. Неміс машина жасау және автоматика институты. Fraunhofer IPA роботтарды жасауға қатысады. Робот $17 \times 12 \times 4,5$ м³ жұмыс кеңістігін пайдаланады және оның жүктемесі 250 кг-ға дейін жетеді [A19, A20]. Бұл тұжырымдаманың артықшылығы - жүйенің жоғары динамикасы және салыстырмалы түрде қарапайым дизайны. Осы себепті кабельдік роботтарды құрылыс саласында қолдану басқа ғылыми жобаларда да зерттелуде [A21]. Сонымен қатар, кабельді робот машинаның жақтауы басылатын объекіден едәуір үлкен болуын талап етеді. Сондықтан ғимараттың айналасында басып шығару үшін бос орын жеткілікті болуы керек. Сонымен қатар, кабельдік робот тұжырымдамасы кабельдер мен басып шығару объектісінің басып шығарылған бөліктері арасындағы соқтығысуды болдырмау үшін кабельдердің басталу және ауытқу нүктелеріне мұқият назар аударуы керек. Бұл әсіресе ғимарат баспа өсімімен бірге өскен кезде қиындық тудыруы мүмкін.

Дрезден техникалық университетінің зерттеушілері қолданыстағы құрылыс технологиясы саласында белгілі бір манипуляторды аддитивті технологияға бейімдегенді жөн көріп, CONPrint3D тұжырымдамасын ұсынды (6,а-сурет) [22]. Олардың ойынша құрылыс машиналары осы қатал жұмыс жағдайына арнайы жасалған және көптеген жылдар бойы өздерін дәлелдеген және де көптеген құрылыс машиналары бетонды басып шығаруға қажетті дәлдікке есептелмегенімен, олардың арнайы түрлендірулерден кейін дәлдік талаптарын қанағаттандыру мүмкіндігі бар. Басылатын объектінің көлеміне байланысты, мысалы, бетонды басып шығару үшін келесі машиналарды пайдалануға болады:

- Мұнаралы крандар немесе жылжымалы крандар;
- Мобильді экскаваторлар;
- Жүктеушілер;
- Авто бетон сорғылары.

CONPrint3D процесі баспаға арналған масштабты манипулятор ретінде жүк көлігіне орнатылған бетон сорғысын қолдануға бағытталған және көп жылдық зерттеу мен жетілдіру арқасында Дрезден техникалық университетінің зерттеушілері бетонсорғының дәлдігін 95%-ға дейін жеткізген (6,ә-сурет) [22].



6-сурет. Дрезден техникалық университетінің зерттеушілері ұсынған CONPrint3D тұжырымдамасы:
а) CONPrint3D тұжырымдамасының компьютерлік моделі, ә) M38-5 бетон сорғысы машинасында дәлдікті өлшеу: 1 - нысананы шағылыстырғыш, 2 - баспа бастиегінің маникені, 3 - нысананы бақылауға арналған тахеометрі

Қорытынды. Қазіргі уақытта белгілі бетонды қабаттап құю жобаларының көпшілігі баспа бастиегін жылжыту үшін басқа салаларда дәлелденген робототехника тұжырымдамаларын қолдануға негізделген. Бұл қолданыстағы жүйелер олардың қолдану облыстарында өте жақсы жұмыс істейді, тек оны бетонды қабаттап құюға бейімдеу керек болады. Дегенмен, құрылыс алаңының ауданын арттыру және баспа бастиектің еркіндік дәрежесін көбейту мақсатында бірнеше конструкцияларды біріктіріп, күрделі жүйе жасаған жобаларда бар. Қолданыстағы робот конструкцияларынан басқа құрылыс машиналарын 3D принтерге сәтті бейімдеген жобалар да бар. Біздің ойымызша, неғұрлым үлкен құрылыс ауданын қамти алатын, баспа бастиегінің еркіндік дәрежесі көп, құрылыстағы агрессивті ортаның әсеріне төтеп бере алатын, жүккөтергіштігі көп және дәлдігі жоғарғы конструкция болашақта осы салада айқын басымдылыққа ие болады деп санаймыз.

ӘДЕБИЕТТЕР

- 1) Khoshnevis, B. Innovative rapid prototyping process making large sized, smooth surface complex shapes in a wide variety of materials// Materials Technology – 1998 – Vol. 13 – pp.52–63.
- 2) Khoshnevis, B. Automated construction by contour crafting-related robotics and information technologies// Automation in Construction – 2004 – Vol. 13 – pp.5-19.
- 3) <https://contourcrafting.com/>
- 4) <https://www.iconbuild.com/technology>
- 5) <http://www.winsun3d.com/en>
- 6) <https://cobod.com/bod2/>
- 7) <https://specavia.pro/>
- 8) <https://www.3dnatives.com/en/vulcan-ii-140320195/#!>
- 9) <https://likeman.info/3dprinting/stroitelnyj-3d-printer-bod2/>
- 10) <https://www.kuka.com/en-de/products/robot-systems/industrial-robots>
- 11) <https://www.fanuc.eu/de/en/robots/robot-range-page>
- 12) <https://new.abb.com/products/robotics/industrial-robots>
- 13) X. Zhang, M. Li, J.H. Lim, Y. Weng, Y.W.D. Tay, H. Pham, Q.-C. Pham. Large-scale 3D printing by a team of mobile robots// Automation in Construction– 2018 – Vol.95 – pp. 98-106.
- 14) <https://cybe.eu/technology/3d-printers/>
- 15) <https://magazin.tu-braunschweig.de/m-post/3d-betondruck-an-der-tu-braunschweig/>
- 16) <https://www.3dprint.soften.com.ua/novosti-3dprintsoften/254-apis-cor-pechataet-s-pomoshchyu-3d-printera-doma-bukvalno-za-24-chasa.html>
- 17) https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:3D_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80_Apis_Cor.jpg

18) <https://www.apis-cor.com/gallery>

19) <https://www.hindcon3d.com/>

20) https://www.ipa.fraunhofer.de/content/dam/ipa/de/documents/Kompeten zen/Roboter--und-Assistenzsysteme/Produktblatt_Paralleler_Seilroboter.pdf

21) <https://www.inf.bi.ruhr-uni-bochum.de/index.php?lang=de&Itemid=415>

22) Viktor Mechtcherine, Venkatesh Naidu Nerella, Frank Will, Mathias Näther, Jens Otto, Martin Krause. Large-scale digital concrete construction – CONPrint3D concept for on-site, monolithic 3D-printing// Automation in Construction – 2019 – Volume 107.

23) Odysseas Kontovourkis, George Tryfonos and Christos Georgiou. Robotic additive manufacturing (RAM) with clay using topology optimization principles for toolpath planning: the example of a building element// Architectural Science Review – 2019.

24) Paul Carneau, Romain Mesnil, Nicolas Roussel, Olivier Baverel. Additive manufacturing of cantilever – From masonry to concrete 3D printing// Automation in Construction – 2020 – Volume 116.

25) C. Borg Costanzi, Z.Y. Ahmed, H.R. Schipper, F.P. Bos, U. Knaack, R.J.M. Wolfs. 3D Printing Concrete on temporary surfaces: The design and fabrication of a concrete shell structure// Automation in Construction – 2018 – Volume 94.

26) Steven J. Keating, Julian C. Leland, Levi Cai, Neri Oxman. Toward site-specific and self-sufficient robotic fabrication on architectural scales// SCIENCE ROBOTICS – 2017.

М. Сағынтай*, Ж. Байгунчеков

Satbayev University, Алматы, Казахстан

*e-mail: skmuchagali-2009@mail.ru

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ 3D ПРИНТЕРОВ ДЛЯ ПОСЛОЙНОЙ ЗАЛИВКИ БЕТОНА

Аннотация. В этой работе изучена технология послойной заливки бетона и строительства 3D принтеров. Степень свободы рабочего органа 3D-принтера в конструкции, позволяющая печатающей головке двигаться по заданной траектории, напрямую влияет на заливку слоистого бетона от простой параллельной формы до сложной формы относительно земли. Детально анализируются конструкции 3D-принтеров в строительстве, рассматриваются особенности каждой конструкции, анализируются их достоинства и недостатки. Практически все рассматриваемые конструкции 3D-принтеров взяты из реальных проектов. Кроме того, обсуждаются размеры и особенности рабочих зон, которые могут быть обеспечены строительными 3D-принтерами при строительстве, а также их прямое влияние на форму, сложность и размер строящегося здания.

Ключевые слова: 3D принтер в строительстве, заливка бетона, сопло 3D принтера, печатающая головка.

M. Sagyntay*, Zh. Baigunchekov

Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: skmuchagali-2009@mail.ru

ANALYSIS OF THE DESIGN OF 3D PRINTERS FOR LAYER BY LAYER CONCRETE POURING

Abstract. In this work, the technology of layer-by-layer concrete pouring and construction of 3D printers was studied. The degree of freedom of the working body of a 3D printer in the design, which allows the print head to move along a given trajectory, directly affects the pouring of layered concrete from a simple parallel shape to a complex shape relative to the ground. The designs of 3D printers in construction are analyzed in detail, the features of each design are considered, their advantages and disadvantages are analyzed. Almost all of the considered designs of 3D printers are taken from real projects. In addition, the dimensions and features of work areas that can be provided by construction 3D printers during construction are discussed, as well as their direct impact on the shape, complexity and size of the building under construction.

Keywords: 3D printer in construction, concrete pouring, 3D printer nozzle, print head.