

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ 3D-ДРУКУ В БУДІВНИЦТВІ

3D-PRINTING TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

Андрійчук О.В., к.т.н., доцент, Оласюк П.Я., студент (Луцький НТУ, м. Луцьк)

Andriichuk A.V., Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Olasyuk P.Y., student (Lutsk National Technical University, Lutsk)

У статті описано перспективи використання інноваційних технологій тривимірного друку в будівництві. Представлено переваги цієї технології над традиційними методами зведення будівель і споруд.

The need for rapid and cheap construction makes us look for new technologies and methods of construction of buildings and structures. Three-dimensional printing technology is increasingly part of the environment around us. This manufacturing method has high accuracy, quality, low material costs and short time production.

Developments in this area at the present stage of development permit to build houses unusual shape, to implement a variety of ideas of architects and designers.

As it turned out, three-dimensional printing was very efficient buildings: technology helps to save 30-60% of construction waste, reduces labor costs by 50-80% and generally reduces construction costs by 50-60%. Also reduced the need for large-lifting equipment, construction sites of the future will be less noisy and cleaner.

Ключові слова: тривимірний друк, 3D-принтер, будинок, контурне будівництво, друк стін.

Keywords: three-dimensional printing, 3D-printer, house, Contour Crafting, printing wall.

Сьогодні в наш розмовний лексикон все частіше входять слова 3D-друк і 3D-принтер. 3D-друк – одна з форм технології адитивного виробництва, де тривимірний об'єкт створюється шляхом накладання послідовних шарів матеріалу. 3D-принтер – пристрій, що використовує метод пошарового створення фізичного об'єкта за цифровою 3D-моделлю. 3D-принтери, як правило, швидші, більш доступніші та простіші у використанні, ніж інші технології адитивного виробництва

Технологія тривимірного друку все більше і більше входить в оточуюче нас середовище: від виготовлення дитячих іграшок до деталей машин і механізмів, від протезів до деталей складної електроніки. Матеріалами для 3-d друку виступають, як пластмаси так і метали, чи їх поєднання. Виготовлення будь-яких виробів за допомогою 3D-принтера є процесом повністю автоматизованим, і потребує лише наявності самого принтера, матеріалу для друку та цифрової моделі виробу, що виконана в спеціальному програмному забезпеченні. Такий метод виготовлення має високу точність, якість і малий час виробництва.

Вперше вислів "3D-друк" був застосований в 1984 році компанія Charles Hull розробила технологію 3D друку для відтворення реальних об'єктів, використовуючи цифрові дані.

Ще кілька років назад 3D-принтери мали досить малий робочий об'єм, що дозволяло виготовляти лише невеликі за розмірами вироби. На сучасному етапі розвитку 3D-технологій розроблені принтери з робочим об'ємом в декілька десятків кубічних метрів.

Щоб охарактеризувати теперішній рівень розвитку та ефективність застосування технології 3D-друку в високотехнологічному виробництві, то доцільно привести, як приклад, безпілотний літак Polecats з розмахом крил 28 м, що створений компанією Lockheed Martin. 90 % літака виконані з композитних матеріалів і, у свою чергу, більшість із таких полімерних деталей були виготовлені методом швидкісного тривимірного друку.

Корпорація Lockheed Martin відома тим, що є найбільшим в світі підприємство військово-промислового комплексу, та є творцем висотного літака-шпигуна U-2, найшвидшого у світі реактивного літака SR- 71 і літака-невидимки F-117. 95% доходів компанія отримує від замовлень Міністерства оборони США.

Потреба в швидкому та недорогому будівництві змушує шукати інженерів нові технології та методи зведення будівель і споруд. Для будівництва були розроблені принтери з робочим об'ємом близько 1000м³ та з технічною можливістю друку бетонною сумішшю.

Існує два види будівництва за допомогою 3D-принтерів. У першому випадку принтер розташований на будівельному майданчику і процес зведення відбувається пошаровим нанесенням бетонної суміші відповідно до проекту. А в другому – об'ємні елементи друкуються в заводських умовах і доставляються на майданчик, де монтуються традиційними методами будівництва.

Одним із таких принтерів є система Contour Crafting, спроектована дослідниками з університету Південної Каліфорнії (University of Southern California), що здатна надрукувати двохповерхову будівлю всього за 24 години (рис. 1).

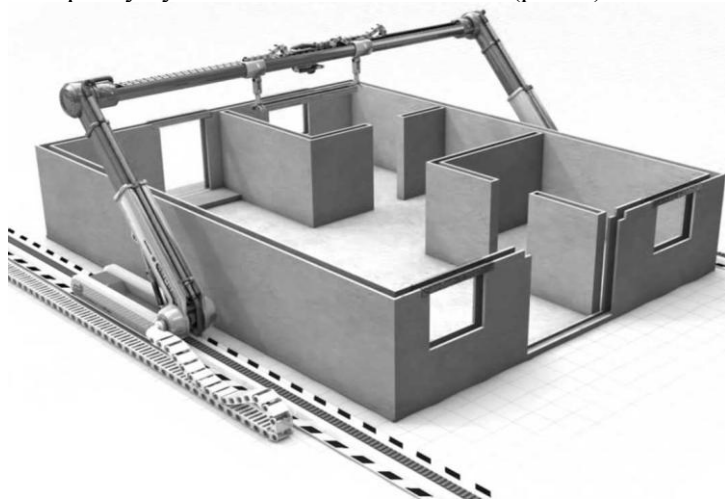


Рис. 1. Модель роботи принтера Contour Crafting

Звичайно, робота принтера Contour Crafting не зможе повністю замінити працю спеціалістів будівельних спеціальностей, хоча в майбутньому це неминуче відбудеться. Але сам процес будівництва за допомогою даної системи буде набагато швидшим та ефективнішим. Крім цього, завдяки технології тривимірного друку, можна позбутися від одноманітної типової забудови кварталів. Адже за допомогою комп'ютера фактично кожен зможе скласти проект свого майбутнього будинку з набору готових компонентів.

Принтер Contour Crafting нагадує конструкцію мостового крана та пересувається по напрямних рейках, які встановлюються по двох сторонах біля майбутнього будинку. До друку повинні бути влаштовані фундаменти під стіни та перегородки.

Після попереднього калібрування, позиціонування та завантаження в комп'ютер принтера відповідних файлів проекту він друкує стіни будинку, наносячи шари з бетону, що швидко тужавіє за допомогою однієї або двох незалежних "друкарських головок". За проектом в стінах з легкістю друкуються канали під електропроводку, системи водопостачання чи інші комунікації. Конструкція стіни складається з двох стінок товщиною близько 5 см, об'єднаних між собою ребрами жорсткості (рис. 2). За потреби в конструкцію стіни вкладаються арматурні вироби.



Рис. 2. Друк стіни – механізм із форсунками робить послідовні проходи з накладанням нових шарів бетону

Після зведення стін першого поверху завдяки наявності спеціального підйомного обладнання, передбаченого в конструкції

системи Contour Crafting, виконується підйом і вкладання незнімної опалубки під перекриття. Далі відбувається вкладання бетонної суміші в опалубку.

Наступним етапом є друк стін другого поверху будинку (рис. 3).

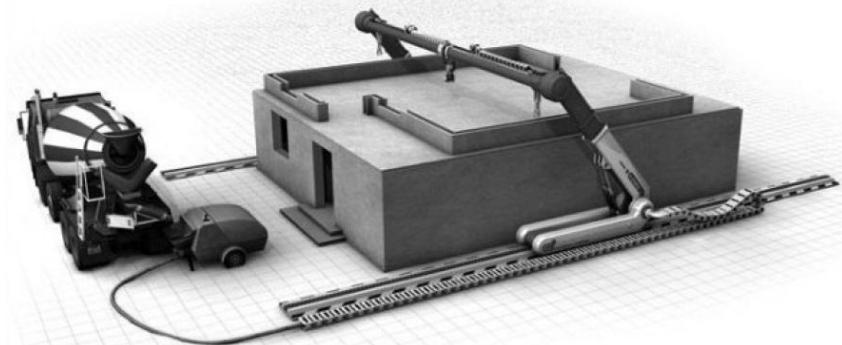


Рис. 3. Друк стін другого поверху будівельним принтером

За допомогою 3D-принтера можна реалізувати фактично будь-які задумки. Так голландський архітектор Дженджаап Руїджссенеарс (Janjaap Ruijssenaars) оголосив про свої плани щодо зведення дуже незвичайної будівлі Landscape House у формі стрічки М'юбіуса. Але, крім своєї нетрадиційної для споруд форми, ця будівля стане найбільшою у світі будівлею, побудованою за допомогою технології тривимірного друку (рис. 4).



Рис. 4. Будівля Landscape House у формі стрічки М'юбіуса

"Дві паралельні поверхні моєї будівлі будуть згорнуті в нескінченні стрічки Мебіуса" – розповідає Руїджссенеарс, – "Кожна з поверхонь буде то стелею, то підлогою, а її зовнішня сторона буде переходити назовні і навпаки" (рис. 5).



Рис. 5. Незвичайна форма будівлі Landscape House

В якості принтера для виконання цієї роботи Дженджаап Руджссенеарс вибрав промисловий тривимірний принтер D-Shape, розроблений італійцем Енріко Діні (Enrico Dini) спеціально для виконання будівельних робіт. "Чорнилом" для принтера є пісок, змішаний із спеціальним в'язучим. Після затвердіння цих "чорнил" вони перетворюються на твердий, міцний і гладкий камінь.

Принтер D-Shape дозволяє зробити з піску прозорий матеріал, подібний мармуру за структурою та іншим властивостям. Але його міцність і твердість не поступаються міцності портландцементу, тому немає ніякої необхідності у використанні металевих арматур та інших конструкцій для зміцнення будови. Цей штучний матеріал практично не відрізняється за зовнішнім виглядом від справжнього мармуру і з хімічної точки зору нешкідливий для навколишнього середовища.

Через обмеження принтер D-Shape будівлю Landscape House не зможе "роздрукувати", як цілісну конструкцію. За допомогою принтера будуть виготовлені блоки розмірами 6×10 метрів, з яких буде зведено будівлю за допомогою традиційних будівельних технологій методом монтажу

Описані вище технології орієнтовані на зведення зовнішніх конструкцій. Але на ринку тривимірного друку знайшлися компанії, які всерйоз задумалися над облаштуванням житлового простору зсередини. Приміром, Emerging Objects винайшли соляний полімер для друку міжкімнатних перегородок, витончено зондуючих приміщення (рис. 6).

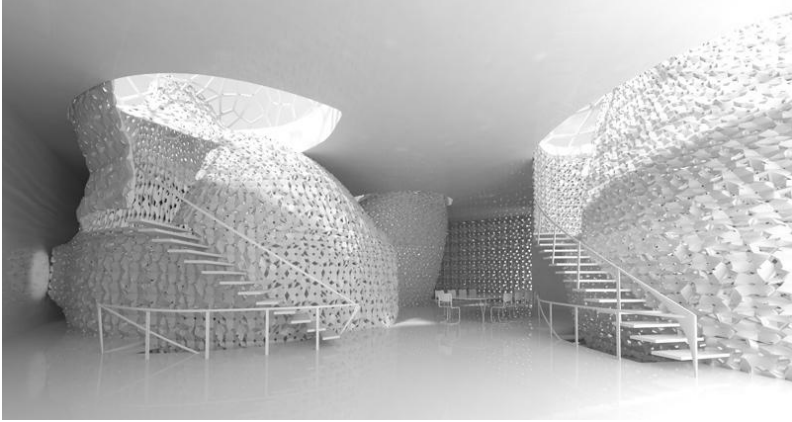


Рис. 6. Перегородки виготовлені на 3D-принтері

Поєднуючи воедино будівельний клей, пісок, сіль і інші матеріали винахідники отримують недорогий, легкий, водостійкий, напівпрозорий матеріал. Також дану технологію можна використати для виготовлення малих архітектурних форм, металевих конструкцій і т.д.

У найближчому майбутньому будівельні компанії мають наміри пристосувати технологію 3D-друку для будівництва споруд більшого масштабу – хмарочосів і мостів. Як виявилось тривимірний друк будівель виявився досить ефективним: технологія допомагає зберегти 30...60 % будівельних відходів, зменшує витрати праці на 50...80 % та в цілому знижує вартість будівництва на 50...60 %. Також знижується потреба у великогабаритному підйомному обладнанні, будівельні майданчики майбутнього стануть менш шумними та більш чистими.

Влітку 2015 року в Китаї будівельна компанія ZhuoDa звела повноцінний двоповерховий будинок за 3 год (рис. 7). "Вілла з 3D-принтера" побудована з окремих модулів, які виготовляються на фабриці. Модулі постачаються на будівельний майданчик разом із внутрішнім оздобленням, проводкою, водопроводом, сантехнікою, та меблями і т.д. Стіни з середини покриті декоративними текстурами, що надають їм схожість з мармуром, гранітом та деревом.

Фактично, будинок готовий вже на 90%, коли його модулі привозять на будівельний майданчик.



Рис. 7. Загальний вигляд будинку зведеного компанією ZhuoDa

Будинок здатний витримати землетрус до 9 балів, не боїться вогню і води, та відрізняється високою теплоізоляцією – у ньому не жарко влітку та не холодно взимку. Фрагменти самого будинку надруковані з певного складу, який тримається в таємниці.

У цей секретний склад входять матеріали, отримані з промислових і сільськогосподарських відходів. Саме тому в готових модулях не присутні шкідливі речовини.

Після завершення друку готові модулі просто збираються бригадою робітників. Для складання двоповерхової вілли потрібно шість 3D-модулів із вагою 100 кг/м^2 .

1. <http://make-3d.ru/articles/3d-printer-dlya-pechati-domov/>
2. <http://surfingbird.com/surf/gddc657d5#!en>
3. <http://www.dailytechinfo.org/news/4461-gollandskiy-arhitektor-sobiraetsya-vozvesti-samoe-bolshoe-zdanie-postroennoe-s-pomoschyu-metoda-trehmernoj-pechati.html>
4. <http://www.dailytechinfo.org/news/5558-mashiny-monstry-contour-crafting-samyy-bolshoy-trehmernyy-printer-kotoryy-smozhet-vozvesti-dvuhetazhnyy-dom-za-odni-sutki.html>
5. <http://www.dailytechinfo.org/news/1117-promyshlennye-3d-printery-budut-stroit-zdaniya.html>
6. <http://www.dailytechinfo.org/np/3871-gigantskiy-trehmernyy-printer-postroit-dom-za-20-chasov-vremeni.html>