УДК 728.536:625.712.14

ЗВЕДЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ 3D-ДРУКУ В УКРАЇНІ

Автор – Дарина Капленко [1], студ. гр. АРХ-19-2
Наукові керівники – асистент каф. архітектури Ольга Дьяченко [2],
к. т. н., доц. каф. організації і управління будівництвом Лариса Дьяченко [3]
[1] *g1rk1na89@gmail.com*, [2]*olgadiachenko303@gmail.com*,
[3]*diachenko.larysa@pdaba.edu.ua*
Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

Прогрес у сфері будівельного 3D друку явно не стоїть на місці, постійно запроваджуються нові методики, створюються різноманітні матеріали, у тому числі з переробленої сировини, розробляється високотехнологічне обладнання. За короткий проміжок часу технологія зацікавила велику кількість підприємств, котрі займаються розробкою обладнання, спеціальних будівельних сумішей, бібліотек конструкційних рішень для проєктування будівлі під 3D-друк, а також підготовкою законодавчо нормативної та регуляторної бази [1].

Технології 3D-друку розвиваються доволі швидко. За останній час велика увага приділяється саме друку будівель, та надруковані житлові будинки все частіше з'являються в останні роки у різних країнах світу – США, Саудівській Аравії, Мексиці, Франції, ОАЕ та інших.

Мета: визначення особливостей та переваг використання технології 3D-друку у зведенні житлових будинків, житлових модулів, деталей для будівництва, реконструкції та реставрації історично цінної забудови в післявоєнний період в Україні.

Наявні на сьогодні будівельні 3D-принтери відрізняються конструкціями та методами зведення стін.

Найбільш часто зустрічаються принтери портальної конструкції, дво- та чотирьох опорної конструкції, на базі руки-маніпулятора або циркульної конструкції. Обладнання дозволяє створювати малі архітектурні форми та елементи будівель для подальшої їх збірки на місці,а також дозволяють друкувати цілу будівлю на будівельному майданчику. Висота та розмір друкованого будинку залежать від технічних характеристик використаного принтера.

3D-друк у будівництві (або адитивне будівництво) є новим та ефективним методом спорудження – це роботизований підхід, при якому будинок друкується шар за шаром із використанням передових будівельних матеріалів [4].

За технологіями адитивного виробництва для будівництва існує: екструзійний друк; струменевий друк; електродугове вирощування з використанням зварювального дроту; сітчасте формування каркасу, формування вертикальних конструкцій ковзанням, часткове бетонування металевої сітки; 3D-друк модулів та цегли [2].

В Україні також поширюється інноваційна практика. У селищі Недригайлів, яке розташоване у Сумській області, відбувся науково-дослідний експеримент – зведення невеликого будинку, загальною площею всього у 48 квадратних метрів (6×8 м), стіни відлиті з бетону [3].

3D-принтер розробили і створили в компанії «Меллівора». Творці принтера зазначають, що їх пристрій спроможний відлити будинок площею до 200 м^2.

Будівельна фірма PassivDom розробила Розумний будинок, повністю надрукований на 3D принтері. Каркас створений із матеріалів, що не піддаються корозії (склопластик, вуглеводневе волокно), а будинок повністю автономний. За словами розробників проєкту, такий будинок можливо звести майже на будь-якій ділянці [4].

Першим реалізованим за допомогою 3D технології будинком у Європі став «3D print Canal House» (2014), що знаходиться в Амстердамі [4].

В Ейндховені (Нідерланди) заселили перший в Європі житловий будинок, який був побудований за допомогою 3D-друку. Таке житло повністю відповідає будівельним нормам і є завершеною забудовою великого проєкту з п'яти будинків. А в Німеччині надрукували будинок з кількома квартирами. Висота такого будинку – 3 поверхи.

Компанія Apis Cor побудувала найбільшу у світі будівлю за допомогою технології 3D-друку. Розташована в Дубаї будівля площею 650 м^2 має висоту 9,5 м.

Використовують у 3D-друку метод стереолітографії (технологія 3D-друку, яку використовують для виробництва моделей, прототипів, зразків і деталей). Ультрафіолетові лазери опромінюють спеціальну рідку смолу, завдяки чому вона стає твердою і набуває необхідної форми.

Матеріали, які зараз використовуються для будівництва за допомогою 3D-друку: бетон, пісок та вулканічний попел, гіпс, цемент, піна, полімери, метал, різні види ґрунту (кількість матеріалів – більше 100 типів).

Практичне застосування виявило наступні переваги адитивного виробництва:

1. Знімає обмеження з уяви дизайнерів та архітекторів, бо дає можливості, не доступні при будівництві звичними нам методами.
2. Висока швидкість зведення будівель та споруд.
3. Повна автоматизація процесу.
4. Низькі енерговитрати обладнання.

5. Значна економія порівняно з класичними методами будівництва внаслідок зниження витрат на оплату праці персоналу, на енергоресурси.

6. Повністю виключається утворення відходів будівельних матеріалів.

7. Мінімізація людського втручання в процес будівництва не лише дозволяє будувати в недоступних для людей місцях, але й на звичних територіях нівелює людський фактор та зменшує ймовірність помилки.

Висновок. В майбутньому весь процес будівництва зможе стати повністю автоматизованим, без втручання людей не лише при друку фундаменту та стін, але й при друку перегородок та дахів, автоматично встановлювати інженерні комунікації, двері та вікна. Перевагою 3D-друку може стати порівняно легке зведення житлових будівель складної форми. Також, можливо, в майбутньому людство не буде обмежуватись друком будинків у 2–3 поверхи, а зможе перейти до багатоповерхового будівництва. Все це вже не є чимось нереальним та перестало виглядати, ніби фантастичні мрії про високотехнологічне майбутнє. Потрібно лише дати час для природного ходу еволюції технології 3D будівництва.

Список використаних джерел

5. ДБН В.2.2-15:2019. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. [На заміну ДБН В.2.2-15-2005, ДБН В.3.2-2-2009; чинні від 2019-12-01]. Мінрегіон України. Вид. офіц. Київ : ДП «Укрархбудінформ», 2019. 44 с. (Державні будівельні норми України).

6. Заяць Є., Богданов І., Невгомонний Г., Мерилова І., Речиц О. Особливості використання технологій 3d-друку в будівництві. *Містобудування та територіальне планування*. Т. 76. 2021. С. 83–93. URL: https://doi.org/10.32347/2076-815x.2021.76.83-93

7. Савицький М. В., Конопляник О. Ю., Мислицька А. О., Лясота О. В. Визначення фізико-механічних характеристик бетонів для 3D-друку будівельних конструкцій. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури.* 2020. № 2. С. 59–68. URL: https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.280420.64.622.

8. Саньков П. М., Ткач Н. О., Шевцова С. А., Палагіна Л. П., Леонова М. Д. Застосування 3D-друку для потреб післявоенної відбудови України. *Development of modern science, experience and trends : III International scientific and practical conference.* October 11–14, 2022. International Science Group, Boston, USA, 2022. 480 p. Pp. 32–36.