

пресі. Так: вихід магнітного продукту більше на 12,3% (80,4 проти 68,1%) при практично однаковому вмісті в ньому заліза загального та кварцу; вилучення заліза загального в магнітний продукт більше на 2,49% (93,37 проти 90,88%); - індекс селективності більше на 2,06.

7. Особливо проявився ефект від дроблення руди в ролер-пресі при подрібненні магнітного продукту крупністю 150 мкм до крупності розкриття мінералів (53 мкм), а саме різке зменшення вмісту заліза загального в немагнітному продукті (на 9,51%) в порівнянні зі збагаченням матеріалу дробленого в валковій дробарці. Це пояснюється тим, що саме в даному діапазоні скорочення крупності частинок матеріалу (150-53 мкм) який відповідає оптимальному загальному розміру зростків рудного та нерудного компонентів, проявляється ефект розміщення міжкристалічних зв'язків між зернами, закладений в них у процесі руйнування. Це дозволило розкрити рудні та нерудні зерна без значного їх переподрібнення.

8. Загалом використання в технології збагачення окислених залізистих кварцитів, для дроблення вихідної руди ролер-пресу, у порівнянні з валковою дробаркою, дозволяє більш селективне руйнування руди та ефективну підготовку поверхонь зростків для наступного їх розкриття при подальшому подрібненні в кульових млинах. В результаті цього знижуються втрати рудних мінералів в хвости, в процесі збагачення, при більш повному видаленню в них частинок пустої породи (кварцу).

Напрямок подальших досліджень доцільно вважати розгляд механізму розміщення міжкристалічних зв'язків між зернами мінералів в крупності близької до їх розкриття.

Список літератури

1. Morkun V., Gubin G., Oliinyk T., Lotous V., Ravinskaia V., Tron V., Morkun N., Oliinyk M. High-energy ultrasound using to improve the quality of iron ore particles purification in the process of its enrichment // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 6 № 12 (90) P. 41–51.
2. Олійник Т.А. Дослідження умов селективного руйнування мінеральних комплексів при збагаченні гематит-ільменітових руд / Т.А. Олійник, Л.В. Скляр, М.О. Олійник // Збагачення корисних копалин. – Дніпропетровськ. – 2015. – Вип. 60(101). – С. 57–67.
3. Олейник Т.А. Современные тенденции развития технологий обогащения гематитовых руд в Украине /Збагачення корисних копалин, 2014. – Вип. 56(97) Дніпропетровськ: НГУ, 2014.
4. Булах О.В. Використання бішофіту при подрібненні окислених залізистих кварцитів Скелеватського та Ваявкінського родовищ для зниження шламоутворення / О.В. Булах, О.О. Булах // Збагачення корисних копалин.– Вип.№ 57(98) – Дніпропетровськ: НГУ, 2014. – С. 80 – 82
5. Хопунов Э. А. Энергетические и силовые факторы селективного разрушения руд // Известия вузов. Горный журнал. 2020. № 1. С. 79–88.
6. Олійник Т.А. Використання математичного моделювання для визначення гранулометричного складу продукту дроблення руди в шарі під тиском / Т.А. Олійник, П.К. Ніколаско // 2019. – Збагачення корисних копалин - 72(113). – С. 44-47.
7. Fuerstenu D.W., Kapur D.Ñ., Gutsche Î. Comminution of minerals in a laboratory-size, choke-fed high-pressure roll mill // Mines carriers: Tech. 1994, no 3–4, pp. 24–28.
8. Kellerwessel H.A.M. High pressure particlebed comminution. State of the art, application, recent developments // Engineering and Mining Journal. 1996. Vol. 197, no 2, p. 45.
9. Лейбовиц А. Разрушение. Неорганические материалы. Т. 7, Ч. 1. - М.: Мир, 1967. - с. 61-128.
10. Интернет ресурс <http://hdl.handle.net/2115/37830>

Рукопис подано до редакції 13.05.2020

УДК 693

В.А. ШИМКО, ст. викладач, Криворізький національний університет
Г.В. ОНЬКОВА, інж., ДП «ДПІ «Кривбаспроект»

СУЧАСНИЙ РОЗВИТОК ІНДУСТРІАЛЬНИХ МЕТОДІВ ЗВЕДЕННЯ МАЛОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛА РІЗНИХ КАТЕГОРІЙ

Мета. Метою даної роботи є розглянути сучасні та більш індустриальні методи та організаційно-технологічні рішення при зведенні малоповерхових житлових будинків, малоповерхових міні-готелів та модульних містечок.

Методи дослідження. Для досягнення сформульованої мети застосовано теоретичні методи: аналіз та узагальнення наукової літератури та робіт з тематики, законодавчої та нормативної бази у сфері малоповерхового будівництва в Україні.

© Шимко В.А., Онькова Г.В., 2020

Наукова новизна. Проблема, що піднімається в роботі, обґрунтована стрімким розвитком індустріального малоповерхового будівництва, потребою в доступному житлі в замських зонах великих і малих міст України, необхідністю зведення в короткий термін будинків різного призначення, житлових містечок для військовослужбовців і жителів районів, що перебувають в особливих і екстремальних умовах. Саме у розв'язанні цієї задачі, встановленні сучасної класифікації будівельних технологій, визначенні більш ефективних методів зведення малоповерхових житлових будинків різних категорій й полягає наукова новизна даної роботи.

Практична значимість. Практична реалізація полягає в тому, що через перенаселення великих міст і непомірної вартості міського житла в цей час іде активне формування позитивного іміджу замського проживання. Крім того в Україні з кожним роком все більше розвиваються міжнародні транспортні зв'язки й міжнародний туризм, необхідність прискореного й широкого обміну науковою інформацією й передовим досвідом шляхом проведення міжнародних конференцій і нарад, організація міжнародних фестивалів, виставок тощо.

Результати. Використання сучасних індустріальних та організаційно-технологічних рішень при зведенні малоповерхового житла різних категорій в даний час дозволяють суттєво підвищити темпи будівництва, знизити трудові витрати, а також вдосконалення технологічних процесів призводить до скорочення термінів будівництва; раціональні способи зведення комплексу малоповерхових будівель; наведено аналіз технологічних операцій при монтажі трансформованих малоповерхових житлових будинків з використанням сендвіч-панелей.

Ключові слова: малоповерхове житло, каркасні будинки, швидкобудуючі будівлі, технологічні параметри зведення, збірно-розбірні або модульні будинки, контейнерні будівлі, технології 3D-друку у будівництві.

doi: 10.31721/2306-5435-2020-1-107-154-162

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Через перенаселення великих міст, непомірної вартості міського житла, екологічної складової тощо, на сьогодні йде активне формування позитивного іміджу замського проживання. Основні надії покладаються на розвиток сфери котеджного або малоповерхового домобудівництва й відповідної інфраструктури вдалині від великих міст.

Крім того, розвиток малоповерхового будівництва в сучасних умовах обумовлений потребою в доступному житлі в замських зонах великих і малих міст України, а також необхідністю зведення в короткий термін житлових будинків різного призначення, житлових городків для військовослужбовців і жителів районів, що перебувають в особливих і екстремальних умовах.

Ці актуальні проблеми можуть бути успішно вирішені шляхом широкого впровадження більш індустріальних методів та технологій будівництва житлових будинків високої заводської готовності з поліпшеними теплотехнічними й експлуатаційними характеристиками та меншою вартістю.

Аналіз досліджень і публікацій. На цей час більшість проведених досліджень у сфері малоповерхового житлового будівництва ставиться до рішення задач в області вдосконалення наявних та опробованих конструктивно-технологічних рішень і традиційних технологій їх зведення. Слід зазначити, що великий внесок у вивчення розвитку сучасних технологій малоповерхового житлового будівництва зробили такі вітчизняні дослідники, як Черенько Л.М.[1], Гирич В.Ю.[2], Рабінська О.П. [3], Дьяченко Л.Ю. [4], Мироненко В.П. [5], Андрійчук О.В. [6] та багато інших. Крім того, цій темі присвячено багато статей на різних електронних ресурсах [7-12].

Але на цей час залишається малодослідженим саме більш оптимальний вибір організаційно-технологічної схеми будівництва малоповерхових будівель з урахуванням багатьох чинників.

Ця робота спрямована на подальший розвиток нових технологій, зокрема, на зведення невеликих житлових будівель різних категорій, які набирають популярності серед населення в умовах складної економічної ситуації в країні.

Постановка завдання. Показати та обґрунтувати необхідність широкого впровадження сучасних індустріальних методів та технологій при зведенні малоповерхового житла різних категорій, поставити завдання та методи дослідження.

Викладення матеріалу та результати. У сучасному світі наявність власного житла формує у людини почуття соціальної захищеності та відповідальності. Саме завдяки зведенню доступних для широкого загалу населення житлових будинків, громадяни будуть здатні оцінювати свої можливості витрат на проживання для вирішення питання демографічної ситуації.

Будівництво житла й на сьогодні залишається одним із пріоритетів реалізації містобудівної політики в державі. При цьому значну частку в житловому будівництві відіграє будівництво

малоповерхового житла різних категорій. Житлові проекти такого житла повинні поєднувати в собі економію коштів і термінів їх проектування і будівництва, а також відповідати сучасним уявленням про комфортне житло.

Суттєву роль при зведенні такого житла відіграє саме використання сучасних індустріальних методів та технологій, які дозволяють значно скоротити як вартісні показники, так і терміни будівництва взагалі, що в даному випадку є принциповим питанням для забудовника.

На сьогодні в світі у галузі малоповерхового житлового будівництва вже існують і з'являються ще новіші технології зведення будівель і розвиток цих технологій йде в напрямку "чим будівля легше, тим вона дешевше". Завдяки тісним зв'язкам та входженням нашої країни у ВТО ці технології активно впроваджуються й на нашому ринку, при чому вибір той чи іншої технології для забудовника не завжди очевидний.

Принциповими більш індустріальними методами та технологіями зведення малоповерхових будинків є наступні види (рис.1): каркасні будинки, будинки з СП-панелей, швидкобудеміодульні будинки (ШМБ), будинки контейнерного типу, будинки, що будуються 3D-друком.

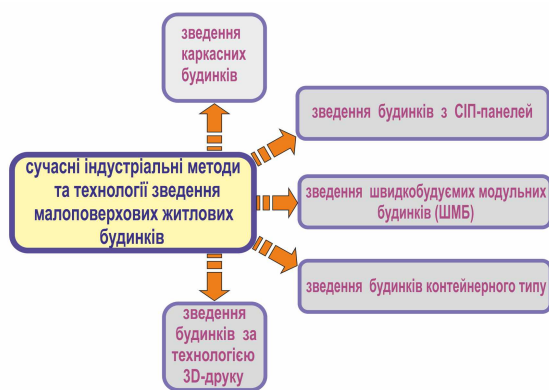


Рис.1. Види сучасних індустріальних методів та технологій зведення малоповерхових житлових будинків

Каркасні будинки. Каркасна система отримує все більше поширення в приватному житловому будівництві. Це обумовлено простотою монтажу, економічністю і оперативністю будівельного процесу. Однією з найбільш відомих технологій каркасного будівництва є канадська.

Особливість каркасних будинків в тому, що основним несучим елементом виступають каркаси (колони), а не стіни. У той же час в Канаді

та ряді прогресивних європейських країн до 80% приватних будинків побудовані за даною технологією.

Канадська технологія (нарівні зі скандинавської) вважається еталонною. Дотримуючись її принципів, вдається в короткі терміни звести надійний і теплий «каркасник», що не поступається за цим критерієм кам'яному будинку. Основа подібної будови – каркас, що складається з горизонтальних і вертикальних профілів, які з'єднуються між собою за принципом конструктора. Каркас Порожнечі каркасу заповнюють утеплювачем. Конструкція характеризується невеликою вагою, тому під неї можуть монтуватися полегшені фундаменти (стрічковий, стовпчастий або неглибоко заглиблена фундаментна плита). Вибір фундаментів досить широкий і має обов'язково проводитися з урахуванням особливостей ґрунту. За умови відповідного типу фундаменту будинку по канадській технології можна зводити на нестійких ґрунтах із близьким заляганням підземних вод.

Можливість відмовитися від складних, додатково армованих фундаментів, дозволяє 2-3 рази скоротити і спростити процес будівництва, зменшити кошторис.

Розроблена і застосована в країнах Північної Америки технологія підходить також і для будівництва в кліматичних умовах України. Будинки характеризуються атмосферостійкістю, протистоять ураганному вітрі, не бояться морозів. Вони підходять навіть для зведення в сейсмічно активних районах.

Серед мінусів виділяється горючість елементів каркасу, оскільки за своєю пожежною безпекою будинки подібні дерев'яним спорудам. Знизити небезпеку загоряння дозволяє обробка поверхонь антипіреном, використання в якості зовнішньої обробки штукатурки або покриттів з вогнестійких матеріалів

При дотриманні технології будівництва і використання якісних матеріалів термін служби будови сягає 50-70 років.

Зведення будинків за канадською технологією включає в себе наступні етапи: заливка фундаменту; зведення каркасу; обшивка стін; установка покрівлі; монтаж вікон і дверей; інженерні мережі; утеплення; фінальні оздоблювальні роботи.

Використовуючи канадську технологію, можна зводити практично будь-який будівельний об'єкт: житловий будинок(рис. 2, 3), міні-готель, кафе чи магазин.



Рис.2. Приклад “класичного” житлового будинку зведеного за канадською технологією



Рис.3. Приклад “сучасного” житлового будинку зведеного за канадською технологією

Будинки з СІП(SIP)-панелей. Більш дорогим, але простим у збірці є будинок за каркасно-щитовою технологією або із СІП-панелей. Такі конструкції збирають з готових (виготовлених в заводських умовах) щитів. Для кожної ділянки об'єкта передбачений власний комплект щитів – стінові панелі з різними комунікаціями, дверними і віконними прорізами. Ці елементи досить об'ємні і важкі, провести збірку своїми силами не вдасться, тому необхідний кран.

В основі панелей – OSB листи. Виробник почергово прокладає лист, клейовий шар і утеплювач (пінопласт), отримуючи в результаті міцний матеріал, що володіє високими теплоізоляційними властивостями. СІП-панелі мають особливу конструкцію і сполучні вузли, завдяки чому можливо як каркасне, так і безкаркасне будівництво. На відміну від вироблених на заводі панелей, СІП-аналоги мають менші розміри (зазвичай 2,5 на 1,22 м) і вага (1 м² стіни чи важить більше 20 кг), що дозволяє монтувати їх власноруч.

Серед найбільш поширених фундаментів під такі конструкції – стрічковий, пальовий, стовпчастий або плитний фундаменти. Зведення стін починається з організації нижньої об'язки, після яких виставляються кутові стійки, потім – проміжні стійки, і після виробляється верхня об'язка.

Можна також зібрати каркас на землі, після чого за допомогою крану слід підняти його до основи і закріпити. Цей метод зручніше, але він вимагає наявності помічників та залучення будівельної техніки.

На готовий каркас фіксуються стінові панелі (при необхідності вони утеплюються мінераловатними матеріалами), організовується кровляна покрівельна система (найчастіше це двоххилий чи мансардні дахи), виконується обшивка покрівлі.

На користь будівництва сіп-будинків говорять такі аргументи, як: мала вага конструкцій; мінімальні терміни будівництва; всесезонність будівництва; простота складання; мінімум шкоди природі і забруднень в процесі робіт; відсутність процесу усадки будинку; екологічність і енергоефективність.

Сіп-будинки (рис. 4, 5) зберігають тепло взимку, а прохолоду влітку. Будинки, що зведені за сіп-технологією, не схильні до усадки і змонтовані таким чином, що усі стіни ідеально рівні і готові до обробки. Внутрішні і фасадні оздоблювальні матеріали можуть застосовуватися будь-які, обмежень немає, все залежить від побажань замовника. При виборі оздоблювальних матеріалів слід врахувати декоративну складову - відповідність стилю усього будинку і захисну - стійкість і міцність шару фасадного покриття.

Швидкобудуємі модульні будинки. Модульне будівництво – на сьогодні це вже тренд сучасного життя. Основна ідея модульного будівництва - це виробництво готового будинку на заводі і установка його на обраній ділянці.

Будинок повинен бути зручним, комфортним і його будівництво має бути швидким. Ось головні вимоги сучасного покупця. І модульне будівництво дому в повній мірі відповідає цим вимогам. Україна тільки починає знайомитися з поширеною на Заході технологією будівництва

модульних будинків, яка передбачає повністю заводське виготовлення і складання споруди. Адже такий підхід допоміг би вирішити безліч житлових проблем нашої країни.



Рис.4. Приклад житлового будинку зведеного з СПП-панелей



Рис.5. Приклад житлової будівлі міні-готелю зведеної з СПП-панелей

Об'ємно-модульне малоповерхове домобудівництво виникло у нас десь 10-15 років тому. В основі більшості способів швидкого малоповерхового будівництва лежить щитовий або панельний принцип: на об'єкт доставляють комплект великоформатних деталей стін і перекриттів, збирають будинок «начорно», що займає від 2 тижнів до 1,5 міс, далі приступають до обробки і монтажу інженерного обладнання.

При об'ємно-модульній технології основні будівельні операції, включаючи обробку, прокладку кабелів і труб, монтаж сантехніки, освітлювального та опалювального обладнання, здійснюються на заводі. Деякі компанії, слідуючи західній традиції, оснащують свої будинки навіть вбудованими меблями і побутовою технікою. Готові модулі, в кожному з яких може бути від половини кімнати до трьох ізольованих приміщень, привозять на вантажних платформах і переносять краном на заздалегідь підготовлений фундамент. Потім йде експрес-монтаж, що займає від двох до десяти днів.

Можливість транспортування модульних будинків обумовлена їх конструктивними особливостями. У більшості випадків площа модулів не перевищує 45 м² (рис.6), а форма елементів визначається параметрами вантажного автомобіля: модулі є витягнутим паралелепіпедом з поперечною шириною корпусу 3-4 м. При цьому, ширину, висоту і, відповідно, площу модульного будинку можна збільшити шляхом приєднання нових модулів. Утримати форму під час транспортування і при підйомі краном допомагає жорстка металева рама модульного будинку. Основну частину об'єму стін заповнює утеплювач, що забезпечує легку вагу будівель і чудові показники енергоефективності.

Модульні будинки (рис.7) можна монтувати без спеціально облаштованого заглибленого фундаменту - на стовпчасті опори або навіть просто на вирівняний майданчик. Установка і підключення модульного будинку до комунікацій займає всього один день.



Рис.6. Приклад малогабаритного модульного житлового будинку



Рис.7. Приклад модульного житлового будинку

Переваги та недоліки модульних будинків. Хоча спосіб виробництва модульних будинків нагадує каркасну технологію (будівля збирається на основі каркасу з утеплювачем), тут все ж є і немало відмінностей. Передусім, найважливішою перевагою модульної технології є відсут-

ність будівельних процесів на ділянці (хоча інженерні комунікації до будинку провести все ж доведеться). Швидкість виробництва будинку може навіть перевищити каркасне будівництво і у більшості випадків обмежується 7-8 тижнями з дня купівлі проекту модульного будинку.

Замість облаштування фундаменту в даному випадку досить встановити спеціальні опори для модулів або розчистити ділянку і зробити гравійну подушку завтовшки близько 200 мм. На зведення конструкції не потрібне отримання дозвільної документації (хоча зареєструвати будинок як нерухомість, за бажанням, можна).

При цьому можливість сполучення модулів відкриває додаткові переваги. Планування не обов'язково має бути витягнутим, а цілком може бути традиційно квадратним (у тому числі з терасою, яку роблять між окремих модулів (рис.8)). Сам будинок, як вже говорилося, можна у будь-який момент збільшити.

До мінусів модульних будинків відносять менший термін служби порівняно з каркасними конструкціями (до 50 років), неможливість облаштування підвалу і конструктивні обмеження окремих виробників. Так, використати модулі в якості другого поверху можна далеко не завжди, а максимальна площа збірних конструкцій частенько обмежується 150-180 м².

Рис.8. Приклад модульної будівлі міні-готелю

Середня вага будинку на основі одного модуля складає 4-7 тонн, і для його перевезення знадобиться низькорамна платформа. Збільшити обсяг витрат може віддаленість ділянки від місця виробництва модульної конструкції і відсутність під'їзних шляхів до місця установки.



Модульні будинки не відрізняються найвищим рівнем естетичного дизайну, проте, враховуючи їх порівняно невисоку вартість, економічність і сучасний високотехнологічний стиль оформлення, вони досить затребувані та зручні.

Будинки контейнерного типу. Подібний тип будівництва тільки набирає популярність, що пов'язано з малою обізнаністю населення. Невелика вартість будівлі – одне з головних достоїнств будинку з контейнерів. Країни СНД не є активним користувачем даного рішення для побудови житла. А ось за кордоном все частіше використовують це проектне рішення, і попит на такі споруди отримав навіть окрему гілку для ведення бізнесу на ринку будівництва нерухомості. Так, є організації, які займаються проектуванням, а також виготовленням на фабриці заготовок для майбутніх будинків, за основу яких взято контейнер. Ними виступають підготовлені модулі із закладеною проводкою електричних систем, опаленням, заготівлею підлог, а також стін, вже є двері і вставлені вікна. Будинок з контейнерів можна побудувати своїми руками або купити вже готовий. Такі практично готові модулі поставляються на місце будівництва, потім повністю збираються у споруду згідно з розробленим проектом. Застосування такого роду заготовок значно економить час та кошти власників житла. Цей напрямок включає послуги з проектування та будівництва будинків з контейнерів під ключ, так званих «конструкцій-напівфабрикатів».

Напівфабрикатом називається модель, яка використовується в якості основи для будівництва будівлі. У більшості випадків використовують 20-ти футовий морський контейнер з визначеними розмірами (рис.9). Ця конструкція виготовляється на фабриці, вона має чорнову підлогу і стіни. Крім цього стандартна комплектація напівфабрикату включає додаткові системи та елементи: віконні конструкції; електричну проводку; двері; систему опалення. Після вибору певного проекту власнику земельної ділянки залишиться лише купити вантажні морські контейнери в необхідній кількості. Вони доставляються на будівельний майданчик, де згодом будуть об'єднані в одну споруду(рис.10).

Використання таких моделей дозволяє істотно скоротити терміни будівництва будинку, що є одним з найбільш вагомих переваг даної технології.

Будівництво житла на земельній ділянці виконується поетапно. Оскільки будівля не потребує складного фундаменту, всі роботи можна виконати самостійно. Основні етапи будівництва:

розробка проекту; облаштування фундаментної частини будівлі; установка контейнерів; покрівельні роботи; монтаж утеплювача; внутрішні і зовнішні оздоблювальні роботи.

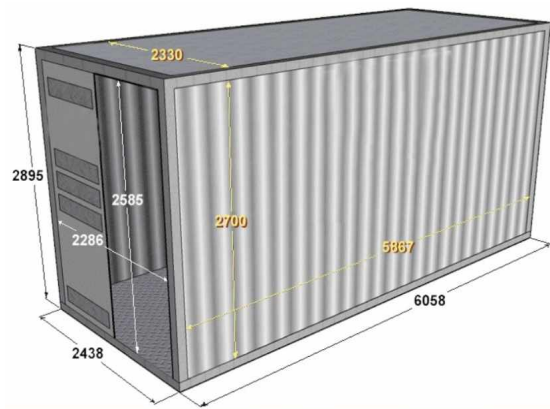


Рис.9. Розмірні параметри 20-футового морського контейнера



Рис.10. Приклад двоповерхового житлового будинку з різнокольорових морських контейнерів

Дана технологія не обмежується певними кліматичними умовами. При наявності відповідної теплоізоляції будинок з контейнерів можна зводити практично в будь-яких широтах.

Будинки з використанням технологій 3D-друку. На сьогодні технології 3D-друку розвиваються доволі швидко та використовуються у різних сферах людства.

Одна з причин зростання популярності будівельної 3D-друку - економія тимчасових і фінансових витрат. Маючи під рукою апарат для 3D-друку, можна істотно скоротити швидкість зведення будівлі, витрата будівельного матеріалу і витрати на логістику, а також обійтися без великого числа робочих рук - досить мати операторів, що відповідають за експлуатацію 3D-принтера.

Друга причина - широкі можливості для дизайнерських рішень. Будинки, зведені за допомогою 3D-принтера, нерідко дуже сильно відрізняються від традиційних квадратних коробок.

В сучасних умовах 3D-друк ідеально підходить для будівництва будинків в дачних селищах, будинків низькою поверховості і котеджів. 3D-друк підходить як для масової забудови, так і для індивідуальної. Переваги одні і ті ж - простота, швидкість, відсутність людського фактора на будівництві, що не так важливо.

Наявні на сьогодні будівельні 3D-принтери відрізняються конструкціями та методами зведення стін. Найбільш часто зустрічаються принтери порталної конструкції (рис.11), двота чотирьох опорної конструкції, на базі руки-маніпулятора або циркульної конструкції. Обладнання дозволяє створювати малі архітектурні форми та елементи споруджень для подальшої їх збірки на місці, чи дозволяють друкувати цілу будівлю на будівельному майданчику. Висота та розмір друкованого будинку залежать від технічних характеристик використаного принтера (рис.12).



Рис.11. Будівельний 3D-принтер порталного типу "АМТ" S-300



Рис.12. Технологія зведення двоповерхового житлового будинку методом 3D-друку

Американська некомерційна благодійна організація з Кремнієвої долини New Story протягом 2018 р. інвестувала 9 млн доларів спочатку в start-up проект, а згодом – у повноцінну будівельну компанію ICON (м. Остін, штат Техас), з метою 3D-друку доступних житлових будинків площею близько 60 м² (рис.13) для малозабезпечених верств населення (або постраждалих від природних катаклізмів) спочатку Латинської Америки (серед першочергових країн значаться Гаїті, Сальвадор, Болівія, Мексика), а згодом – всього світу із залученням інших некомерційних організацій та урядів країн. Вартість одного будинку, що оснащений усіма мінімальними для життя зручностями (вікна, двері, водопровід, каналізація, сантехніка, електрика) і складається з вітальні, однієї спальної кімнати, невеличкого робочого простору (кабінету), ванної кімнати, оцінюється всього в 4000 доларів.

Будівництво відбувається за допомоги 3D принтеру Vulcan розробки компанії ICON (рис.14), що представляє собою стаціонарну модульну платформу (на відміну від самохідного 3D-принтера The CyBe RC 3Dr), розміщену на рейках. 3D-принтер Vulcan «друкує» будівельною сумішшю, що розроблена саме для нього, об'єкти розміром 6.1 м завширшки, 3.35 м заввишки та необмеженої довжини, оскільки переміщується по рейках та може бути переставлений на нове місце. Вага такого 3D-принтера складає приблизно 900 кг, його можна завантажити в автомобіль та легко перевезти та встановити на будівельному майданчику.



Рис.13. Житловий будинок пл. 60 м² компанії ICON збудований методом 3D-друку



Рис.14. 3D-принтер Vulcan розробки компанії ICON

Виготовлення конструкцій 3D-принтером відкриває більші можливості для підприємств будівельної та схожих сфер. Практичне застосування виявило наступні переваги адитивного виробництва:

- знімає обмеження з уяви дизайнерів та архітекторів, бо дає можливості, не доступні при будівництві звичними нам методами;
- висока швидкість будівництва будівель та інших споруд;
- повна автоматизація процесу;
- низькі енерговитрати обладнання;
- значна економія проти класичних методів будівельних робіт внаслідок зниження витрат на оплату праці персоналу та енергоресурси та збільшення термінів будівництва;
- повністю виключається утворення відходів будівельних матеріалів;
- 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.

3D-друк дозволяє на 60 відсотків знизити використання матеріалів, на 70 відсотків - часу і на 80 відсотків - праці в порівнянні зі звичайним процесом будівництва. Як друківаного матеріалу використовується суміш будівельного щебеню, промислових відходів, цементу і затверджувача. При цьому перевитрата виключений: при друку будинків використовується тільки необхідну кількість будівельних матеріалів.

Висновки. В останні роки в Україні будівельний ринок розвивається дуже високими темпами. Проте швидкість впровадження перспективних сучасних технологій, що оптимізують процеси будівництва, залишає бажати кращого. Основними причинами, що заважають широко-

му розповсюдженню новинок, фахівці називають консерватизм споживачів, відсутність нормативної бази, дефіцит проектувальників, лобізм виробників традиційних матеріалів, недолік інвестицій.

Вітчизняний досвід зведення малоповерхових житлових будинків достатньо відрізняється від закордонного. В цілому ж для зняття гостроти житлової проблеми, поліпшення якості міського середовища та розвитку широкої житлової демократії такий досвід потребує більш активної адаптації та впровадження як в країні в цілому, так і до умов м. Кривого Рогу.

Список літератури

1. **Черенько Л.М.** Житлові умови населення України та вибір пріоритетних напрямів житлової політики // Демографія та соціальна економіка. – 2018. – № 1 (32). – С.126–139. – <https://doi.org/10.15407/dse2018.02.126>
2. **Гирич В.Ю.** Аналіз досвіду проектування та будівництва енергоефективних та екологічно безпечних будинків у Швеції. Будівництво України. 2009. № 1–2. С. 29–33.
3. **Рабінська О.П.** Ефективні енергозберігаючі конструкції малоповерхових житлових будинків. Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. Київ. 2012. Вип. 45, Ч. 2. С. 159–163.
4. **Дьяченко Л.Ю.** Особливості зведення швидкоспоруджуваних малоповерхових будівель із блок-модулів в Україні / Дьяченко Л.Ю., Дьяченко О.С., Малащенко А.С. // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури.-2016.-№2.-с.69-74.
5. **Мироненко В.П.** Мобильное жилье как функционально-типологическая разновидность индустрии современного домостроения / В.П. Мироненко, Т.А. Цымбалова // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури.-2015.-№7-8.-с.55-70
6. **Андрійчук О.В.** Застосування технології 3D-друку в будівництві / О.В. Андрійчук, П.Я. Оласюк // Сучасні технології та методи розрахунку в будівництві. – Вип. 3. – 2015. – С. 11-18.
7. Нужно ли экономить на каркасном строительстве? [Електронний ресурс].]. – Режим доступу: <https://eurohouse.ua/blog/nuzhno-li-ekonomit-na-karkasnom-stroitelstve>
8. Дома по канадской технологии [Електронний ресурс].]. – Режим доступу: <http://fb.ru/article/138871/doma-po-kanadskoy-tehnologii-otzyivyi-kanadskaya-tehnologiya-stroitelstva-karkasnyih-domov>
9. Сип-панели. [Електронний ресурс].]. – Режим доступу:<http://budmaydan.com/dom/chto-takoe-sip-panel/>
10. Плюси та мінуси сучасних технологій будівництва.[Електронний ресурс].–Режим доступу: <http://stroyobzor.ua/news/89660.html> (дата звернення: 28.03.2019)
11. 3D-принтеры для строительства будинків: миф чи реальность?[Електронний ресурс].–Режим доступу: <http://www.dialogue.center/blog/3d-pryntery-dlia-budivnytstva-budynkiv-mif-chy-realnist/>
12. 3D-принтер Vulcan «друкує» будинки вже сьогодні! [Електронний ресурс].–Режим доступу: <https://pro3d.com.ua/a396324-druk-budinkiv.html>

Рукопис подано до редакції 13.05.2020