

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ АДИТИВНОГО ВИРОБНИЦТВА – ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

О. О. СЛЄПЦОВ, С. І. ОСАУЛЕНКО, О. А. ОСИПЕНКО, Я. М. ГРИЩЕНКО

*Київський національний університет технологій та дизайну, вул. Мала Шияновська 2,
Київ, 01011, slyepcov.oo@knutd.edu.ua, osaulenko.si@knutd.edu.ua,
slyepcov.oo@knutd.edu.ua*

Робота присвячена аналізу можливостей адитивних технологій в розрізі питання концепції сталого розвитку та їх реалізації в сучасному суспільстві.

Ключові слова: адитивні технології, біодрук, полімери, цифрова грамотність, масова кастомізація, ощадливе виробництво.

Адитивне виробництво (3D-друк) може відігравати значну роль в освіті сталого розвитку, покращуючи навчання, стимулюючи інновації та сприяючи сталому розвитку різними способами.

3D-друк дозволяє студентам брати участь у практичному навчанні. Вони можуть проектувати і створювати фізичні прототипи, що може поглибити їхнє розуміння концепцій, пов'язаних з інженерією, дизайном і сталим розвитком. Сталий розвиток є міждисциплінарною галуззю, а 3D-друк забезпечує платформу для інтеграції знань з різних дисциплін, включаючи інженерію, дизайн, екологію та економіку. 3D-друк заохочує студентів мислити творчо та розробляти рішення для реальних проблем сталого розвитку. Це сприяє розвитку навичок вирішення проблем, критичного мислення та інновацій [1].

Адитивне виробництво може бути більш стійким, ніж традиційні методи виробництва. Студенти можуть дізнатися про екологічні переваги 3D-друку, такі як зменшення відходів, енергоефективність та локалізація виробництва. 3D-друк дозволяє учням дослідити концепцію "дизайну для сталого розвитку". Вони можуть створювати продукти та прототипи з мінімальним використанням матеріалів, оптимізованими структурами та підвищеною енергоефективністю.

Слухачі можуть зрозуміти, як 3D-друк підтримує кастомізацію продуктів і локалізацію виробництва. Це відповідає принципам сталого

розвитку, зменшуючи потребу в транспортуванні на великі відстані та мінімізуючи вплив на навколишнє середовище.

Завдяки проектам, пов'язаним з 3D-друком та сталим розвитком, студенти можуть дослідити, як технології можуть мати позитивний вплив на місцеві та глобальні спільноти. Вони можуть розробляти та ділитися рішеннями для вирішення конкретних проблем сталого розвитку [2].

Навчання 3D-друку покращує навички цифрової грамотності, оскільки учні працюють з програмним забезпеченням для автоматизованого проектування (САПР) і вчаться орієнтуватися в цифрових інструментах і технологіях. Дискусії про інтелектуальну власність, дизайн з відкритим вихідним кодом та етичні міркування щодо 3D-друку можуть сприяти підвищенню обізнаності про відповідальні та етичні практики в галузі технологій та сталого розвитку. Інтегруючи 3D-друк в освіту зі сталого розвитку, освітяни можуть надихати наступне покоління інноваторів, інженерів та підприємців, які готові вирішувати глобальні проблеми сталого розвитку.

3D-друк дозволяє учням отримати доступ до ресурсів, які можуть бути недоступними за допомогою традиційних освітніх засобів. Це може бути особливо цінним в умовах обмежених ресурсів. 3D-друк узгоджується з STEM (наука, технології, інженерія та математика) та STEAM (STEM + мистецтво) освітою, забезпечуючи практичний контекст для вивчення цих дисциплін.

Включення 3D-друку в освіту зі сталого розвитку може допомогти учням розвинути цілісне розуміння складних викликів, з якими стикаються суспільство і навколишнє середовище. Це озброює їх навичками та знаннями, необхідними для того, щоб зробити свій внесок у сталі рішення та інновації, сприяючи більш сталому та життєздатному майбутньому.

Аддитивне виробництво, яке часто називають 3D-друком, є галуззю, що стрімко розвивається, з численними інноваційними технологіями та застосуваннями. Однак, як і будь-яка інша технологія, вона стикається з

викликами та можливостями. У цій статті йде мова про деякі інноваційні технології в адитивному виробництві, проблеми, з якими вони стикаються, та їхні перспективи.

До основних інноваційних технологій можна віднести мультиматеріальний та мультипроцесний друк, друк металом, біодрук, безперервне виробництво рідких інтерфейсів, друк нанокompозитів [3].

Мультиматеріальний та мультипроцесний друк – це здатність друкувати кількома матеріалами та процесами в одній збірці, яка активно прогресує. Це дозволяє створювати складні, функціональні деталі з різними властивостями за один друк.

Адитивне виробництво металів набирає обертів у різних галузях промисловості, зокрема в аерокосмічній та медичній. Такі технології, як селективне лазерне плавлення (SLM) та електронно-променеве плавлення (EBM), дозволяють виробляти високоефективні металеві деталі.

Технологія біодруку використовується для друку живих тканин і органів, застосовується в регенеративній медицині та фармацевтиці.

Безперервне виробництво рідких інтерфейсів (CLIP) розроблено компанією Carbon3D, дозволяє пришвидшити 3D-друк завдяки використанню безперервного рідинного інтерфейсу для "вирощування" об'єктів замість традиційних пошарових методів.

Як і для будь якої інноваційної технології для адитивного виробництва характерні і певні проблемні питання. Найпершою проблемою є вартість [4]. Обладнання та матеріали для адитивного виробництва можуть бути дуже дорогими, що обмежує його впровадження, особливо для малого та середнього бізнесу.

Якість і стандартизація процесу і виробів. Досягнення стабільної якості та стандартизації в 3D-друку є складним завданням. Існує потреба в загальногалузевих стандартах і сертифікаціях, які ще на початково рівні досконалості.

З точки зору швидкості процесу 3D-друк може бути повільним для великих або складних деталей, що знижує його ефективність у масовому виробництві. Проте не впливає на унікальні вироби в одиничних потребах.

Обмеження в наявності доступних матеріалів є ще одною гострою проблемою адитивних технологій. Хоча для 3D-друку доступний широкий вибір матеріалів, пошук потрібного матеріалу з потрібними властивостями може бути складним завданням. Розробка нових матеріалів для конкретних застосувань триває.

Також існують проблеми інтелектуальної власності, зокрема, легкість цифрового обміну та тиражування 3D-дизайнів викликає занепокоєння щодо крадіжки інтелектуальної власності.

На противагу проблемним питанням виступають перспективи адитивного виробництва, такі як масова кастомізація, зменшення відходів, сталий розвиток, пом'якшення наслідків перебоїв у ланцюжку поставок, освоєння космосу, охорона здоров'я.

Адитивне виробництво уможливлює економічно ефективну масову кастомізацію, оскільки не вимагає дорогої зміни інструментарію для кожної ітерації проектування. На відміну від традиційного субтрактивного виробництва, 3D-друк створює мінімум відходів, оскільки використовує лише матеріал, необхідний для виготовлення деталі. Інновації в переробці та повторному використанні матеріалів для 3D-друку сприяють сталому розвитку. 3D-друк може зменшити перебої в ланцюгах поставок, дозволяючи виробляти деталі та продукти на місцях.

Адитивне виробництво має вирішальне значення для майбутніх космічних досліджень, де воно може забезпечити виробництво запасних частин і конструкцій на вимогу на далеких планетах. Біодрук має потенціал революціонізувати трансплантацію органів і тестування ліків, що призведе до значного прогресу в охороні здоров'я.

Висновки

Таким чином, адитивне виробництво має великий потенціал і постійно розвивається. Воно пропонує численні можливості в різних галузях, але також стикається з проблемами, пов'язаними з вартістю, якістю та матеріалами. З розвитком технологій і вирішенням цих проблем 3D-друк, ймовірно, відіграватиме дедалі важливішу роль у майбутньому виробництві та за його межами.

Література

1. Tofail, S. A., Koumoulos, E. P., Bandyopadhyay, A., Bose, S., O'Donoghue, L., & Charitidis, C. (2018). Additive manufacturing: scientific and technological challenges, market uptake and opportunities. *Materials today*, 21(1), 22-37.
2. Gao, M., Li, L., Wang, Q., Ma, Z., Li, X., & Liu, Z. (2021). Integration of additive manufacturing in casting: advances, challenges, and prospects. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, 1-18.
3. Fatma, N., Haleem, A., Bahl, S., & Javaid, M. (2021). Prospects of jewelry designing and production by additive manufacturing. In *Current Advances in Mechanical Engineering: Select Proceedings of ICRAMERD 2020* (pp. 869-879). Springer Singapore
4. Ishfaq, K., Abas, Z., Saravana Kumar, M., & Mahmood, M. A. (2023). Review of recent trends in ultrasonic additive manufacturing: current challenges and future prospects. *Rapid Prototyping Journal*, 29(6), 1195-1211.