

УДК 67.05:678

## ВИКОРИСТАННЯ 3D ДРУКУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ НАСТІЛЬНОЇ ГРИ

*Гаманець Є.О., студент, кафедра МСТ, ХНУРЕ*  
*Кулішова Н.Є., к.т.н., професор, кафедра МСТ, ХНУРЕ*

**Анотація.** На сучасному ринку настільні ігри із міні-фігурками персонажів мають великий попит та привертають все більшу і більшу аудиторію. Проте, розміри фігурок зазвичай занадто малі, а деталізація велика. Тому, з метою забезпечення максимальної якості відтворюваних деталей, застосовується 3D друк, особливості використання якого і пропонується розглянути.

**Ключові слова:** 3D ДРУК, АДИТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ, НАСТІЛЬНА ГРА, МІНІ-ФІГУРКИ.

Сучасні настільні ігри вже давно вийшли за межі звичайних карток або фішок. Для того, щоб дійсно захопити гравця, створити неповторну атмосферу та передати авторську концепцію широко використовуються об'ємні міні-фігурки, а також інші складові ігрового поля. Часто виникають випадки, коли якість фігурок настільки вражаюча, що споживач готовий придбати ігровий набір лише для поповнення своєї колекції, навіть якщо не зацікавлений у ігровому процесі.

Але, з точки зору виготовлення, розміри фігурок зазвичай занадто малі для того, щоб скульптор зміг досконально відтворити усі деталі. У цьому випадку на допомогу приходять 3D друк, який практично не має обмежень у точності і якості відтворення просторових форм.

3D-друк, також відомий як адитивне виробництво, це виробничий процес, при якому 3D-принтер створює тривимірні об'єкти шляхом пошарового нанесення матеріалу, відповідно до цифрової 3D-моделі об'єкта.

Серед основних технологій тривимірного друку найбільше поширення знайшли наступні (рис. 1):

- моделювання методом наплавлення (Fused Deposition Modeling – FDM);
- стереолітографія (Stereolithography Apparatus – SLA);
- селективне лазерне спікання (Selective Laser Sintering – SLS).

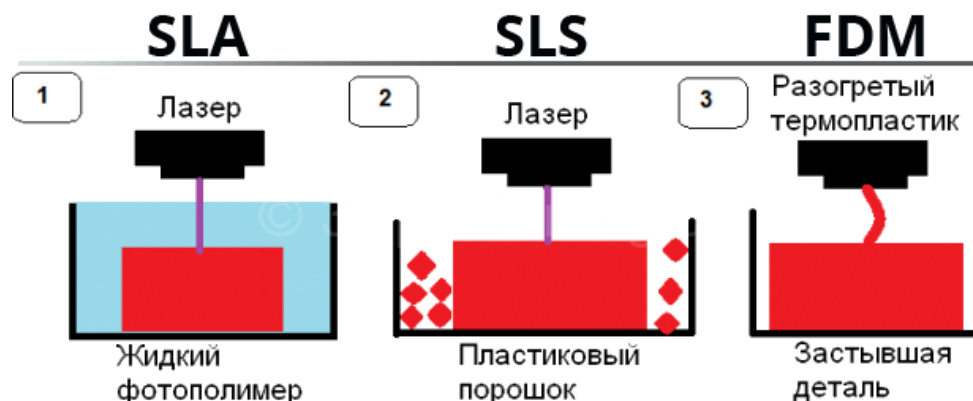


Рисунок 1 – Основні технології тривимірного друку

1. Моделювання методом наплавлення (Fused Deposition Modeling – FDM) – форма 3D-друку, що найбільш широко використовується на споживчому рівні завдяки широкій популярності аматорських 3D-принтерів. На FDM-принтерах моделі виготовляються шляхом пошарового нанесення термопластичної пластикової нитки завтовшки 0,1-3 мм, що розплавляється під дією високої температури у 3D принтері і за рахунок цього «зліпається» із попереднім шаром, поступово створюючи форму об'єкта.

Цей метод добре підходить для виготовлення базових експериментальних моделей, а також для швидкого та недорогого створення прототипів простих деталей великого розміру.

2. Стереолітографія (Stereolithography Apparatus – SLA) історично була першою у світі технологією 3D-друку, і на зараз є однією з найпопулярніших технологій серед професіоналів. У принтерах SLA використовується процес, званий фотополімеризацією, тобто перетворення рідких полімерів на затверділий пластик за допомогою лазера [1].

Моделі, надруковані на принтерах SLA, мають найвищу роздільну здатність і точність, найчіткішу деталізацію та найбільш рівну поверхню серед усіх технологій 3D-друку, але головна перевага методу SLA полягає у його універсальності. Виробники матеріалів розробили інноваційні формули для полімерів SLA з широким спектром оптичних, механічних та термічних властивостей.

3. У 3D-принтерах із селективним лазерним спіканням (Selective Laser Sintering – SLS) використовується високопотужний лазер для спікання дрібних частинок пластикового порошку. Незапечений порошок підтримує модель, через що зникає необхідність у підтримуючих структурах, що надає змогу відтворювати складну геометрію з внутрішніми елементами, канавками, тонкими стінками та нависаючими деталями. Моделі, виготовлені з використанням SLS-друку, мають трохи шорстку поверхню, проте в них висока міцність.

Найпоширенішим матеріалом для селективного лазерного спікання є нейлон - легкий, міцний та гнучкий термопластик, стійкий до ударів, нагрівання, дії хімічних речовин, ультрафіолетового випромінювання, води та бруду [2].

Особливості відтворюваної поверхні з використанням різних технологій 3D друку можна побачити на рис. 2.



Рисунок 2 – Якість відтворення деталі при різних видах 3D друку

Порівняльна характеристика розглянутих способів друку 3D наведена в табл.

1.

Таблиця 1.1 – Порівняння основних способів тривимірного друку

Спосіб 3-д друку	Переваги	Недоліки
FDM	- велика швидкість; - недорогі машини та матеріали.	- низька точність; - низька деталізація; - обмежена відповідність проектної конструкції.
SLA	- висока економічна ефективність; - висока точність; - гладка поверхня; - широка сфера функціонального застосування.	- чутливість до тривалого впливу ультрафіолету; - необхідність використання підтримуючих структур.
SLS	- міцні функціональні деталі; - гнучкість проектування; - немає потреби у підтримуючих структурах.	- нерівна поверхня; - обмеження у виборі матеріалів.

Таким чином виявлено, що 3D друк за технологією SLA забезпечує найбільш високу якість поверхні виробу, тому її було обрано для створення елементів настільної гри. Для моделі під 3D друк висувуються наступні вимоги:

- геометрія не має перетинатися та входити у саму себе;
- варто розбити модель на окремі деталі, щоб максимально зменшити необхідність використання конструкцій, що підтримують (рис. 3);
- важливо задавати елементам таку товщину, яку планується отримати в результаті друку. Якщо залишити лише полігональну оболонку, то 3D принтер не зможе надрукувати таку деталь [3];
- поверхня, на яку спирається деталь, повинна мати нахил 0°;
- бажано робити деталі порожніми всередині та залишати отвір, через який буде витікати фотополімер, тим самим зменшуючи витрати матеріалу та часу на виготовлення моделі.

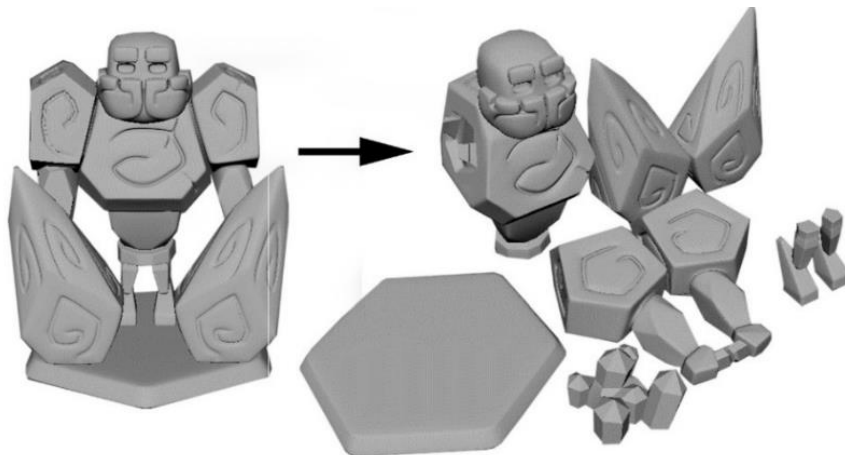


Рисунок 3 – Приклад підготовки складної моделі до 3Д друку

Розберемо процес створення ігрового об'єкту з використанням 3D друку на прикладі. По-перше, було створено просторову модель об'єкту, який планується отримати в результаті (в даному випадку це кристал).

Було прийняте рішення надрукувати кристал у вигляді каркасу та обтягнути плівкою, бо: це забезпечує менші витрати матеріалу; плівка передає ідеальний глянець поверхні; плівка не вступає у реакцію із силіконом, з якого виготовляються форми для тиражування, на відміну від затверділого фотополімеру, з якого виготовлена модель.

Наступним кроком виготовляють силіконові форми для тиражування та відливають готові кристали. Етапи створення ігрового кристалу наведено на рис. 4.

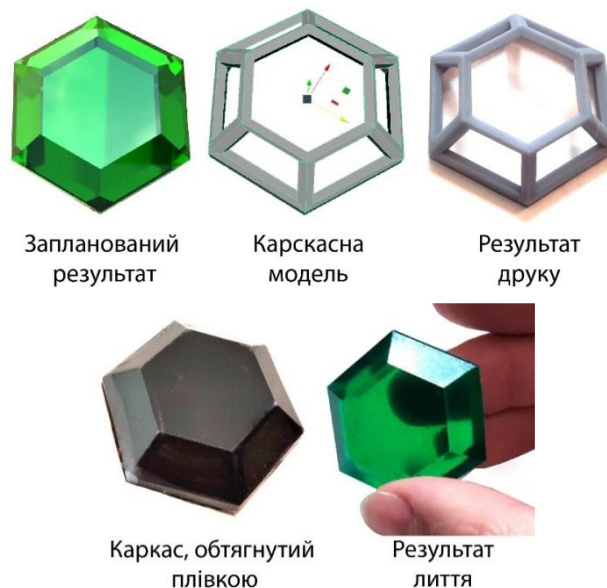


Рисунок 4 – Процес створення ігрового кристалу за допомогою 3D друку

Отже, в даній роботі було проведено аналіз переваг та недоліків популярних видів 3D друку. Виявлено, що друк за технологією стереолітографії (SLA) дозволяє створити найбільш гладку поверхню деталей, тому цю технологію було обрано для виготовлення міні-фігурок та кристалів для настільної гри. Було розглянуто особливості підготовки просторової моделі та нюанси, які можуть виникати у процесі створення кінцевого виробу. Виготовлений за обраною технологією стереолітографії кристал для настільної гри повністю відповідає вимогам до якості.

#### Література.

1. Порівняння технологій 3D-друку: FDM, SLA та SLS. <http://surl.li/bwjol>.
2. Що таке 3D друк: просто про складне. <https://top3dshop.ru/blog/what-is-3d-printing.html>.
3. 10 правил підготовки моделі до 3D друку. <https://habr.com/ru/post/196182/>.
4. Deineko, Z., & et al.. (2021). Color space image as a factor in the choice of its processing technology. Abstracts of I International scientific-practical conference «Problems of modern science and practice» (September 21-24, 2021). Boston, USA, pp. 389-394.