

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
імені Ю.М. ПОТЕБНИ

КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ  
(повна назва кафедри)

## Кваліфікаційна робота (проект)

магістр

(рівень вищої освіти)

на тему Застосування будівельного принтеру в розробці малих архітектурних і декоративних форм ландшафтного дизайну

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1922-мопа-дн  
спеціальності 192 Будівництво та цивільна  
інженерія

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Містобудування та  
об'ємно-просторова архітектура

(назва освітньої програми)

Ел Гоуй Абделхак

(ініціали та прізвище)

Керівник проф., к. арх., Єгоров Ю. П.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доц., к. т. н., Банах В. А.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя  
2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
імені Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра міського будівництва і архітектури \_\_\_\_\_  
Рівень вищої освіти магістр \_\_\_\_\_  
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія \_\_\_\_\_  
(код та назва)  
Освітня програма Містобудування та об'ємно-просторова архітектура \_\_\_\_\_

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

« 10 » 10 2023 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ) СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Ел Гоуй Абделхаку \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи (проекту) Застосування будівельного принтеру в розробці малих архітектурних і декоративних форм ландшафтного дизайну \_\_\_\_\_

керівник роботи проф., к. арх, Єгоров Ю. П. \_\_\_\_\_,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 09 » 10 2023 року № 1578-с .

1 Строк подання студентом роботи 01.03.2024

2 Вихідні дані до роботи Актуальність обраного напрямку досліджень, значимість у сучасному житті, можливість розвинення проблематики, перспективи впровадження майбутніх досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень, передбачувані методи виконання досліджень

3 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Літературний огляд. Аналіз предметної області. Огляд історичного огляду появи та розвитку 3D друкую огляд 3D друку глиною зараз. Огляд малих декоративних форм у ландшафтному дизайні.

4 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Презентація із результатами аналітичних обґрунтувань наукових напраму досліджень, результатами експериментальних досліджень результати розрахунків із застосуванням сучасних інформаційних методів досліджень

5 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Єгоров Ю. П.	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
2	Єгоров Ю. П.	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
3	Єгоров Ю. П.	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>

6 Дата видачі завдання 01.09.2023

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Літературний огляд	01.01	<i>[Signature]</i>
2	Розділ 1	15.01	<i>[Signature]</i>
3	Розділ 2	01.02	<i>[Signature]</i>
4	Розділ 3	15.02	<i>[Signature]</i>
5	Розробка графічної частини	20.02	<i>[Signature]</i>
6	Оформлення роботи	25.02	<i>[Signature]</i>
7	Попередній захист	01.03	<i>[Signature]</i>

Студент *[Signature]* (підпис) Ел Гоуй Абделхакл (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) *[Signature]* (підпис) Єгоров Ю. П. (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер *[Signature]* (підпис) Гребенюк І.В. (ініціали та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Ел Гоуй Абделхак. Застосування будівельного принтеру в розробці малих архітектурних і декоративних форм ландшафтного дизайну.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 - Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Ю.П. Єгоров. Інженерний навчально-науковий інститут імені Ю.М. Потебні ЗНУ, кафедра міського будівництва і архітектури, 2024.

Систематизовано та закріплено знання у сфері професійної діяльності, що включає сукупність засобів, способів та методів обробки різних матеріалів з метою створення художньо-промислових виробів.

Проведено історичний огляд появи та розвитку 3D друку та аналітичний огляд у ході, якого були виявлені особливості ландшафтного дизайну та застосування вазонів як малих декоративних форм у ландшафтному дизайні.

Ключові слова: 3D ПЕЧАТЬ, СТРОИТЕЛЬНЫЙ ПРИНТЕР, ГЛИНА, ГОРШОК, ЛАНДШАФТНЫЙ ДИЗАЙН.

## ABSTRACT

El Gouy Abdelhak. The use of a construction printer in the development of small architectural and decorative landscape design units.

Qualifying graduation thesis for obtaining a master's degree of higher education in the specialty 192 - Construction and civil engineering, academic supervisor Yu.P. Egorov. Engineering Educational and Scientific Institute named after U.M. Potebny ZNU, Department of Urban Construction and Architecture, 2024.

Knowledge in the field of professional activity, which includes a set of tools, methods and methods of processing various materials for the purpose of creating artistic and industrial products, is systematized and consolidated.

A historical review of the emergence and development of 3D printing and an analytical review were conducted, during which the features of landscape design and the use of flower pots as small decorative forms in landscape design were revealed.

Keywords: 3D PRINT, CONSTRUCTION PRINTER, CLAY, POT, LANDSCAPE DESIGN.

## ЗМІСТ

	ВИЗНАЧЕННЯ.....	7
	ВСТУП.....	8
Розділ 1	АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....	10
1.1	Історичний огляд 3D друку.....	10
1.2	3D друк глиною.....	14
1.3	Ландшафтний дизайн.....	16
1.4	Перший глиняний будинок надрукований на 3D принтері...	18
1.5	Малі архітектурні форми у ландшафтному дизайні.....	21
1.6	Вазони як малі декоративні форми у ландшафтному дизайні	25
Розділ 2	ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	28
2.1	Огляд будівельного 3d принтера.....	428
2.2	Глиняний 3D принтер LUTUM 3.....	31
2.3	Основні компоненти 3D принтера та їх принцип дії.....	33
2.4	Розробка моделі. Проектування.....	41
2.5	Вибір матеріалу.....	43
2.6	Технологічний процес виготовлення виробу.....	44
Розділ 3	СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ.....	52
3.1	Вступ.....	52
3.2	Виробнича безпека.....	53
3.3	Аналіз небезпечних та шкідливих факторів та заходи щодо їх усунення.....	56
3.4	Екологічна безпека.....	62
3.5	Правові та організаційні питання забезпечення безпеки.....	66
	ОСНОВНІ ВИСНОВКИ.....	69
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	79

## ВИЗНАЧЕННЯ

3D друк - комп'ютерне моделювання чи альтернативне конструювання. Це процес відтворення реального об'єкта на зразок 3D моделі. Цифрова 3D модель зберігається у форматі STL-файлу і передається на друк 3D принтеру.

3D принтер — це периферійний пристрій, який використовує метод пошарового створення фізичного об'єкта цифровою 3D-моделлю.

## ВСТУП

Актуальність випускної кваліфікаційної роботи магістра (ВКРМ) полягає у створенні естетично привабливої та конкурентоспроможної продукції. Також актуальність пов'язана із застосуванням нової технології виготовлення, 3D друку глиною, у створенні вазонів (малих декоративних форм).

**Мета та завдання дослідження.** Метою роботи є розробка декоративних малих форм для ландшафтного дизайну із застосуванням технології 3D друкування на будівельному принтері.

**Об'єкт дослідження.** Об'єктом дослідження є 3D друк на будівельному принтері.

**Предмет дослідження.** Предметом дослідження є розробка колекції вазонів (малих декоративних форм) із застосуванням технології 3D друкування на будівельному принтері.

**Методи дослідження.** При вирішенні поставлених завдань використовувалися узагальнення та аналіз теоретичних та практичних досліджень на тему роботи. Системний підхід є методологічною основою всього дослідження та використовується для вирішення більшості поставлених завдань. Аналіз та моделювання використані при виконанні розрахунків.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Обумовлена унікальністю дизайну та художнього рішення.

**Практичне значення одержаних результатів.** Створений авторський варіант вазону із застосуванням технології 3D друку на будівельному принтері.

**Особистий внесок дослідника.** Постановки мети та завдання дослідження. Збір та аналіз даних для проведення дослідження.

**Структура та обсяг магістерської роботи.** Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, основних висновків, списку



використаних джерел містить 75 сторінок, 27 рисунків, 7 таблиць, 45 список використаних джерел.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

#### 1.1. Історичний огляд 3D друку

Технологія тривимірного друку зародилася в середині ХХ століття, тоді були випущені перші 3D принтери. Ціна таких пристроїв становила від кількох десятків до кількох сотень тисяч доларів. З розвитком технології тривимірного друку 3D принтери ставали компактнішими і дешевшими. Матеріали для 3D друку можуть бути різними від так званого АВС-пластика до шоколаду.

Сучасні тривимірні друкувальні пристрої навчилися створювати не лише предмети побуту та одяг, а й власні деталі, продукти харчування, людські тканини та органи.

#### Стереолітографія (STL).

3D друк веде свою історію з 1948 року, коли американець Чарльз Халл розробив технологію пошарового вирощування фізичних тривимірних об'єктів з фотополімеризується композиції (ФПК). Технологія отримала назву "стереолітографія" (STL).

Патент на свій винахід автор отримав тільки в 1986 році, тоді ж він заснував компанію 3D System і приступив до розробки першого промислового пристрою для тривимірного друку, який був представлений громадськості через рік, в 1987 році.

Перші споживчі принтери від компанії 3D Systems з'явилися на початку 2012 року. Вони були в кілька десятків разів меншими і легшими за своїх «прабатьків».

Технологія формування об'ємних моделей із пошарового листового матеріалу (LOM).

Ця технологія з'явилася 1985 року. Її автором вважається Михайло Фейген, який запропонував пошарово формувати об'ємні моделі з листового

матеріалу: плівок, поліестеру, композитиву, пластику, паперу тощо, скріплюючи між собою шари за допомогою розігрітого валика.

Виготовлення моделі, ручним способом зажадало кілька днів або навіть тижнів роботи, а за допомогою LOM-принтера така модель може бути відтворена за кілька годин.

Моделі, виготовлені за технологією М. Фейгена, виходять шорсткими, видалити зайвий матеріал з їхньої поверхні складно через ризик розшарування.

Селективне лазерне спікання (SLS).

У 1986 Карл Декарт винайшов метод селективного лазерного спікання. Суть методу полягає у пошаровому спіканні порошкового матеріалу лазерним променем.

У робочій камері порошок розігрівається до температури, що межує з температурою плавлення. Після цього матеріал розрівнюється і на поверхні лазерний промінь промальовує необхідний контур. Коли промінь стосується порошку, розігрівається до температури плавлення і спікається. Після цього камеру насипається новий шар порошку, і процес спікання повторюється. Цикли додавання матеріалу, його розрівнювання та спікання повторюються за задалегідь заданою схемою доти, доки на робочому столі камери не утворюється готова модель з шорсткою пористою структурою. Готовий виріб виймається з принтера, а надлишки порошку видаляються.

Пристрій здатний працювати з порошковими полімерами, ливарним воском, нейлоном, керамікою, металевими порошками, при цьому при переході з одного матеріалу на інший камеру слід ретельно очистити від залишків колишнього матеріалу. В одній камері можна вирощувати одразу кілька моделей.

Пошарове ущільнення (SGC)

Технологія пошарового ущільнення була розроблена ізраїльською компанією Subital у 1987 році. По суті вона нагадує фотокопіювання. На вибірково зарядженій пластині, виготовленої зі скла, формується шаблон

основи моделі. Цей шаблон міститься над тонким шаром фотополімеру, рівномірно розподіленим по робочій поверхні, після чого експонується ультрафіолетовим променем. Шар фотополімеру, що відповідає даному шару шаблону, стає твердим, рідкі залишки видаляються, а порожнечі заповнюються рідким воском, який швидко застигає. Описана послідовність дій багаторазово повторюється до того часу, доки сформується готова модель. Роботу машини можна зупинити видалення дефектних шарів, і потім відновити її.

Апарат, заснований на технології SGC друку, використовує дорогі, токсичні і досить рідкісні полімери. Він працює досить галасливо і потребує постійного контролю з боку оператора. Орієнтовна вартість тривимірного принтера складає 470 тисяч доларів США.

Пошарова заливка екструдованим розплавом (FDM).

Ідея належить Скотту Крампу, який запатентував свій винахід у 1988 році.

Суть технології полягає у наступному. У друкувальній голівці матеріал (розплав із пластику, металу, ливарного воску) попередньо розігрівається до температури плавлення і надходить у робочу камеру. Головка випускає розплавлений матеріал у вигляді нитки, що укладається на робочий стіл. Після цього платформа опускається нижче за товщину одного шару, щоб можна було сформувати наступний шар.

Перший принтер 3D Dimension з друкуючою голівкою, що екструдує, з'явився в 1991 році, його орієнтовна вартість становила від 50 до 220 тис. доларів США.

Репліковані 3D пристрої.

У 2006 році було запущено проект «RepRap», націлений на виробництво принтерів, здатних реплікувати себе, тобто відтворювати деталі власної конструкції. Тестовий екземпляр такого пристрою було виготовлено у 2008 році англійськими конструкторами університету Бата. Він може «роздрукувати» близько 50% своїх власних конструктивних частин і деталей.

Харчові принтери.

У 2010 році вчені Аміт Зоран та Марчелло Коельо з Массачусетського Технологічного Інституту представили перший 3D принтер для відтворення продуктів харчування. Пристрій був названий «Cornucopia», що в перекладі з англійської означає «ріг достатку».

У харчовий принтер замість звичайного паперу завантажуються продукти харчування, які охолоджує, змішує і використовує для створення готового продукту.

3D друк у медицині.

У вересні 2011 року на конференції з нових технологій та дизайну «TED-2011» було продемонстровано біопринтер для вирощування людських органів. Пристрій функціонує так само, як і звичайний струменевий принтер, але замість чорнила воно використовує стовбурові клітини людей та тварин.

3D принтер здатний друкувати шматочки тканини, шкіри, хребетні диски, колінні хрящі та повноцінні органи. Перед початком друку орган хворого сканують з різних ракурсів і завантажують отриману інформацію в тривимірний принтер разом із зразком тканини органа. За кілька годин роботи пристрій відтворює точну копію органу, включаючи судини. [6].

Будівництво будівель.

У 2014 році розпочався прорив у галузі будівництва будівель з використанням 3D-друку бетоном.

Протягом 2014 року шанхайська компанія WinSun анонсувала спочатку будівництво десяти 3D-друкованих будинків, зведених за 24 години, а потім надрукувала п'ятиповерховий будинок та особняк.

В Університеті Південної Каліфорнії пройшли перші випробування гігантського 3D-принтера, який здатний надрукувати будинок із загальною площею 250 кв. метрів за добу.

У травні 2016 року відбулося відкриття першої у світі будівлі, надрукованої на 3D-принтері — офісу Dubai Future Foundation.

У 2023 року перший будинок, повністю надрукований на 3D принтері,

створили в Україні. Він був повністю надрукований на будмайданчику. Несучі стіни, перегородки та огорожувальні конструкції надрукували за 24 години. Бетонну коробку змогли переробити в придатний для життя будинок завдяки технології ТехноНІКОЛЬ: заповнили теплоізоляційним матеріалом усі порожнечі у просторі між несучою стіною та зовнішньою бетонною конструкцією.

## 1.2. 3D друк глиною

Нині найпоширенішим матеріалом до створення 3D моделі є полімери. Але все частіше зустрічаються роботи, виготовлені методом пошарового 3D друку всілякими густими масами, такими як глина, бетон, тісто, шоколад і т.п. У цій роботі буде розглядатися такий вид матеріалу як глина для 3D друку об'єктів.

Деякі люди кажуть, що гончарне мистецтво — це та область, яка не потребує технологій тривимірного друку. Адже вже існує багато пристроїв, які допоможуть змайструвати той чи інший предмет: гончарне коло, прес-форма і т.д. Технології друку 3D дозволяють швидко створювати якісні проекти з використанням складних елементів.

Використовуючи 3D принтер з глини можна створювати вазу незвичайних форм, кружки, пляшки, різноманітні декоративні об'єкти.

В даний час 3D принтери для друку глиною можна придбати за кордоном, але їхня ціна досить висока. Тому багато дизайнерів, інженерів і просто зацікавлених в цьому люди створюють власні принтери, що задовольняють їх запитам, використовуючи вже відомі технології.

Датський художник Олівер ван Херпт розробив власний 3D принтер для друку виробів середніх та великих розмірів. Він витратив два роки на розробку цього принтера заввишки 1,5 метра, на якому створює керамічні горщики різних форм.

Зазвичай 3D-друковані речі виходять шорсткими, оскільки принтер

укладає матеріал шарами, які після затвердіння видно неозброєним оком. Замість якось замаскувати їх, ван Херпт заявив, що це частина його мистецтва, елемент декору, і навіть розробив спеціальну програму для акцентування цих шарів.

На початку експериментів великі надруковані об'єкти кренилися і руйнувалися під впливом власної ваги. Тоді ван Херпт змінив конструкцію екструдера і використав промислові двигуни, щоб завантажувати в принтер твердішу глину. Художник багато експериментував із текстурами, поверхнями, формами та розмірами. Сьогодні його принтер може вирощувати предмети висотою 80 см та діаметром 42 см. При відповідних налаштуваннях принтер може надрукувати посудину з декором висотою 90 см лише за дві години. [11].



Рисунок 1.1 - 3D друк глиною

### 1.3. Ландшафтний дизайн

Ландшафтний дизайн - мистецтво, що знаходиться на стику трьох напрямків: з одного боку, архітектури, будівництва та проектування (інженерний аспект), з іншого боку, ботаніки та рослинництва (біологічний аспект) і, з третього боку, в ландшафтному дизайні використовуються відомості з історії (особливо з історії культури) та філософії. Крім того, ландшафтним дизайном називають практичні дії щодо озеленення та благоустрою територій.

На відміну від садівництва та городництва, основне завдання яких має сільськогосподарську спрямованість (підвищення врожайності садово-городніх культур), ландшафтний дизайн – більш загальна та універсальна дисципліна. Головне завдання ландшафтного дизайну — створення гармонії, краси у поєднанні із зручностями використання інфраструктури будівель, згладжування конфліктності між урбанізаційними формами та природою, що часто від них страждає.

Ландшафтний дизайн може бути окремим випадком більш загального поняття - ландшафтного проектування.

З давніх часів сади були традиційною формою організації навколишнього простору за допомогою зелених насаджень. Особливу популярність вони набули при дворах правителів і вельмож країн Сходу. Далі садівництво як мистецтво поширилося майже повсюдно. При цьому довгий час важливу роль відіграла утилітарність садівництва (споживання фруктів та селекція фруктових дерев), пізніше більшу увагу набула декоративність квітів. Але ні фруктові дерева, ні квіти не мають такого поширення в сучасному ландшафтному дизайні, особливо в його сучасній урбаністичній формі. Ландшафтний дизайн - поняття власне ХХ століття. Термін виник у Західній Європі, насамперед у густонаселених та індустріально розвинених країнах: Великобританія, Німеччина, де масова індустріалізація та зростання передмість швидко призвели до тиску на навколишнє середовище.



Проектування та планування ділянки.

Перший етап з підготовки місцевості до проведення ландшафтних робіт починається з художнього проектування, тобто створення контурного плану, основні правила якого:

- Посадка та розміщення рослин повинна мати груповий характер, тобто рослини одного виду або близькоспоріднених видів повинні бути посаджені в безпосередній близькості один від одного, інакше місцевість набуває куций, пустельний вигляд.
- При посадці рослин та проведенні інших мистецько-оформлювальних заходів слід уникати прямих ліній. Рослини особливо не рекомендується садити по прямій лінії, тому що це не сприяє розвитку у них куцистості. Вкрай строга симетрія також небажана через свій неприродний вигляд, хоча певна врівноваженість і збалансована композиція елементів дизайну повинна бути обов'язково присутня.

Компоненти ландшафтного дизайну.

Елементи ландшафтного дизайну різноманітні. Основні їх групи:

- Самі будівлі, що формують центр ландшафтного проекту, основна мета якого – згладити неприродність геометрично правильних конструкцій, пом'якшити їх тиск на навколишню природу, прибрати будівельне сміття, замаскувати дефекти та вади. Будинки можуть бути одно- або багатопверховими, одиночними або комплексними, приватними або комерційними, типовими або стилізованими, призначеними для різноманітних цілей.
  - Газонне покриття, що формується різними травами.
  - Зелені насадження у формі окремих дерев, чагарників (у цьому випадку називаються солітери), а також їх комбінацій та цілих ансамблів (сад, клумба, рабатка тощо)
  - Різні великі декоративні елементи (озеро, ставок, струмок, фонтан, каміння, скульптура).
- Більш дрібні художні деталі (музична підвіска, світильник, свічки тощо)

#### 1.4 Перший глиняний будинок надрукований на 3D принтері

У результаті жодних відходів та необхідності доставки будівельних матеріалів. Архітектурне бюро Mario Cucinella Architects спільно з Wasp, провідною італійською компанією з 3D друку, завершили створення першого будинку з глини. Цей процес, названий Tecla (технологія та глина) є екологічно стійким і не шкодить навколишньому середовищу, оскільки виробництво не залишає відходів та не вимагає доставки матеріалів на місце будівництва. Декільком промисловим принтерам знадобилося всього 200 годин на зведення цього прототипу площею 60 кв.м у Равенні, Італія.

Цей будинок кілька принтерів надрукували з місцевого ґрунту за 200 годин.



Рисунок 1.2 - Глиняний будинок

У плані дизайну будинок є органічною печероподібною формою, яка

виглядає стародавнім творінням, створеним самою природою, дивлячись на яке ніяк не подумаєш, що за цим стоїть висока технологія. Це природна риса «гуманістичної» архітектури Маріо Кучінелли, яка виникає на перетині світу простоти зі світом хай-тек. «Естетичність цього будинку народилася внаслідок технічних та матеріальних зусиль». — каже Маріо – «Причому підхід ґрунтувався не лише на естетиці, але також полягав у собі відкритості та щирості форми».



Рисунок 1.3 - Дизайну будиноку

Архітектор вивчив, як форма будови може вплинути на її ефективність

залежно від клімату та географічної широти, а також реалізував композицію матеріалу з урахуванням утеплення та вентиляції. При цьому форма та зовнішні виступи будинку додатково забезпечують його стійкість. Всередині розташоване житлове приміщення, кухня та спальня.

Частина меблів інтегрована в структуру, а інші окремі предмети створені з урахуванням подальшої переробки та повторного використання. Будинок зведений із 350 шарів завтовшки 12мм, на що пішло 60 кубометрів природних матеріалів. Середнє енергоспоживання у своїй становило менше 6КВт.

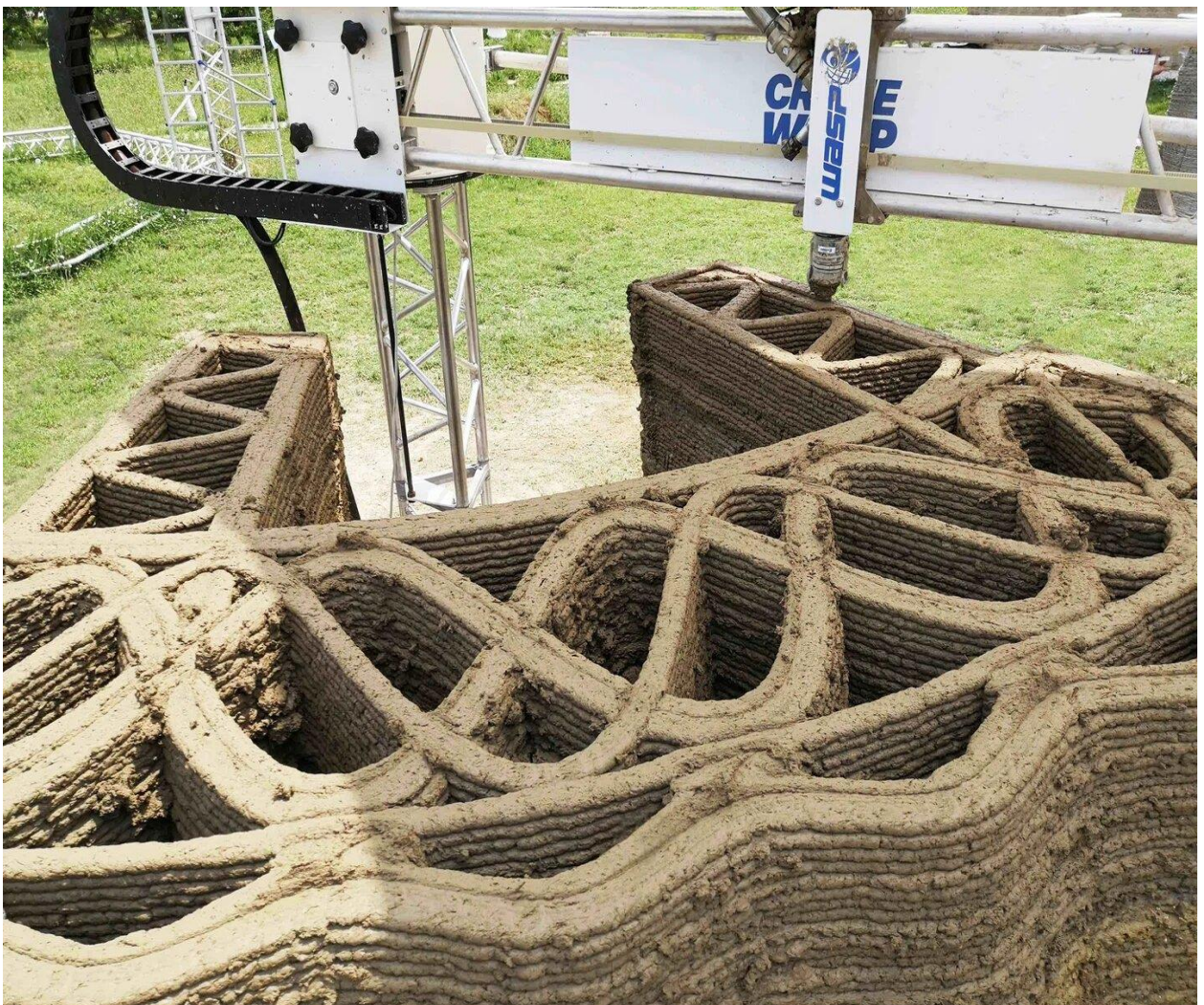


Рисунок 1.4 – 3D друк глиною

### 1.5. Малі архітектурні форми у ландшафтному дизайні

До сфери садової архітектури належать будь-які штучні об'єкти, що застосовуються у ландшафтному дизайні. Це садово-паркові будинки, павільйони, альтанки, доріжки, містки, тераси, підпірні стіни, малі архітектурні форми. І від того, наскільки розумно і правильно - як з технічної, так і з естетичної точки зору - вони будуть спроектовані та побудовані, наскільки гармонійно вони вписуватимуться у загальну концепцію проекту ландшафтного дизайну та наскільки вдалим виявиться поєднання архітектурних споруд та зелених насаджень у єдине ціле. , зрештою, залежить весь вигляд ландшафту і те враження, яке він справлятиме на людей.

У цьому сенсі ландшафтна архітектура є одним із стрижневих елементів ландшафтного дизайну. Неможливо уявити садово-парковий ландшафт без штучних споруд, а, отже, і ландшафтне проектування неможливо уявити без садової архітектури.

Малі архітектурні форми використовуються в ландшафтному дизайні дуже давно, від початку появи садів за фортечними стінами стародавніх поселень та появи великих міст.

Малі архітектурні форми у ландшафтному дизайні виконують не лише практичне призначення, але й є одним із головних елементів декоративного оформлення. Для виготовлення малих садових архітектурних форм можуть застосовуватись різні матеріали.

Малі архітектурні форми це конструкції, що служать для декоративного оформлення та виконання функціонального навантаження у ландшафтному дизайні. Тобто такі невеликі будівлі, споруди та окремі конструкції, привабливих зовнішніх параметрів можуть мати, крім естетичного, ще й функціональне призначення. До МАФ загалом відносяться будь-які архітектурні елементи, які доповнюють ті чи інші будови та навколишнє середовище.

За призначенням малі архітектурні форми прийнято ділити на:

- Універсальні, масового використання. До них відносяться урни, вуличні ліхтарі, садові лави тощо;

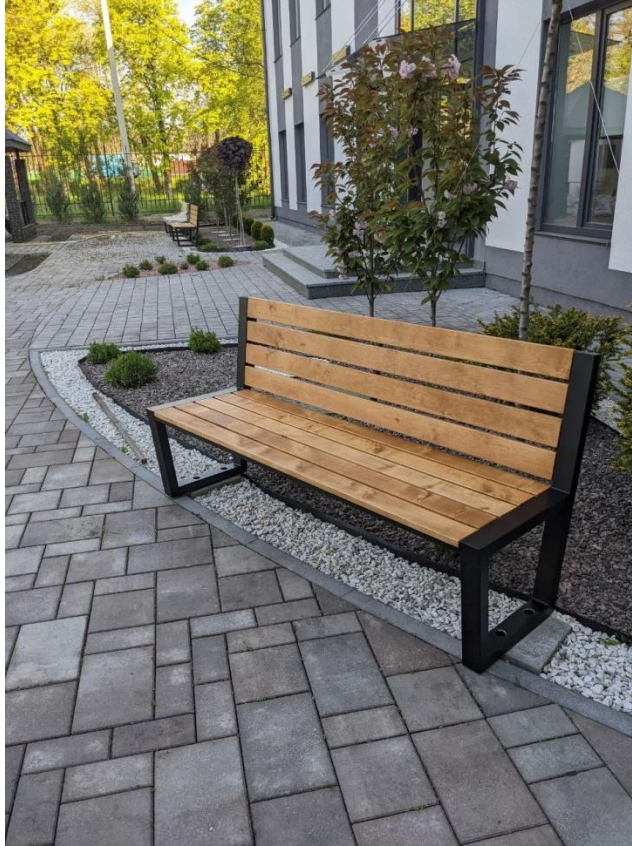


Рисунок 1.5 – Універсальні МАФ

- Декоративні МАФ. Різні статуї, скульптури, вази і т.д.;



Рисунок 1.6 – Декоративні МАФ

- Ігрові та спортивні малі архітектурні форми. Гойдалка, пісочниця,

гірка, шведська стінка все це теж МАФ, причому дуже функціональні, що дозволяють облаштувати на території дитячий і спортивний майданчики. [12].



Рисунок 1.7 – Ігрові та спортивні малі архітектурні форми



Розмір МАФ може бути дуже різним, все залежить від розмірів самої ділянки і від побажань і потреб власника.

#### 1.6. Вазони як малі декоративні форми у ландшафтному дизайні

Садові вазони є дуже поширеним декоративним елементом саду, який чудово вписується у ландшафтний дизайн. Їх використовують для посадки квітів, але при цьому традиційні клумби не втрачають актуальності.

Традиція вирощувати рослини у керамічних ємностях стара як світ. Крім свого головного призначення — можливості культивувати рідкісні види та легко їх транспортувати, — різноманітні посудини та контейнери можуть стати тими родзинками, які надзвичайно прикрасять садову ділянку.

Сьогодні рідкісний сад обходиться без декоративних контейнерів та різноманітних ємностей для садових культур. З їхньою допомогою можна оперативно озеленити ще неосвоєну ділянку або доповнити пейзажну картину рідкісними екзотами. Судини можуть бути великими, призначеними для групових посадок, або мініатюрними. Що стосується матеріалу, то контейнери виготовляють із кераміки, бетону, металу, пластику і навіть із особливих видів скла.



Рисунок 1.8 – МАФ у вигляді вону

Вибір матеріалу для вазонів:

Властивості матеріалу - один із найважливіших факторів при виборі контейнера.

Пластикові вироби дешеві, легкі і дуже оригінальні по дизайну, але рослини в них буквально задихаються, а коренева система починає швидко випривати.

Дерев'яні діжки і ящики набагато екологічніші, але просто неба деревина, особливо не оброблена антисептиками, довго не проживе.

Металеві контейнери важкі, схильні до корозії та небезпечного для рослин перегріву в спеку року.

Бетонні вуличні вазони для квітів через значний розмір і велику вагу підійдуть, в основному, для прикраси великих ділянок. Такі вазони мають досить довгий термін служби, не розтріскуються від перепадів температури і не піддаються впливу води. Також бетонні вуличні вазони виготовляються із застосуванням армуючої сітки, що посилює міцність виробів.

І все ж таки традиційна кераміка, незважаючи на свій поважний вік, як і раніше актуальна. Головна перевага глиняного посуду в тому, що він, за словами садівників, «дихає» і ідеально підходить для утримання рослин. Ґрунт у такому контейнері не ізольований від зовнішнього середовища: пористі стінки рівномірно та в необхідній кількості пропускають повітря та вологу, тим самим регулюючи повітряно-вологісний режим усередині ємності.

Види горщиків із кераміки.

З точки зору агротехніки найбільш підходящими ємностями для вирощування рослин вважаються неглазуровані теракотові горщики та контейнери. «Теракота» у перекладі з італійської означає «обпалена земля». Так називаються всі керамічні вироби з пористим червоним черепком без покриття глазур'ю.

Цей легкий матеріал чудово пропускає повітря та вологу, але через відсутність декоративної «поливи» стінки судини з часом покриваються білим сольовим нальотом, який практично не піддається видаленню. До того ж

теракотовим виробам протипоказана зимівля в саду або на відкритому балконі (їх слід з настанням холодів перенести в опалювальне приміщення). Тим не менш, з погляду ландшафтних дизайнерів, теракота морквяно-червоних, охристих або шоколадних тонів органічно вписується в сади регулярного, сільського та середземноморського стилів, чудово поєднуючись не лише із зеленню, а й з іншими матеріалами – природним каменем, деревом, цегляною кладкою.

Також існують інші види кераміки, наприклад, такі як майоліка, фаянс, шамот. Кожен з них має свої особливості, переваги та недоліки.

## РОЗДІЛ 2

### ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

#### 2.1 Огляд будівельного 3d принтера

Технологія тривимірного друку дозволяє отримувати частини конструкції для будівництва житла, що не поступаються за якістю промисловим залізобетонним блокам. А в питаннях легкості монтажу, кінцевої ціни, а також довговічності часто й перевершують їх.

Окрім того, будівельний 3D принтер дозволяє скоротити витрати на штат монтажників. Адже через простоту монтування блоків скорочується потреба у кількості робітників для зведення однієї конструкції. Відповідно, ціна на будинки буде нижчою, ніж у конкуруючих фірм.

У ВКРМ використовувався будівельний 3D принтер «ОД-1», розроблений у м. Одеса. Дана модель принтера є прототипом, який створений для розробки нової технології друку повноцінних будинків.

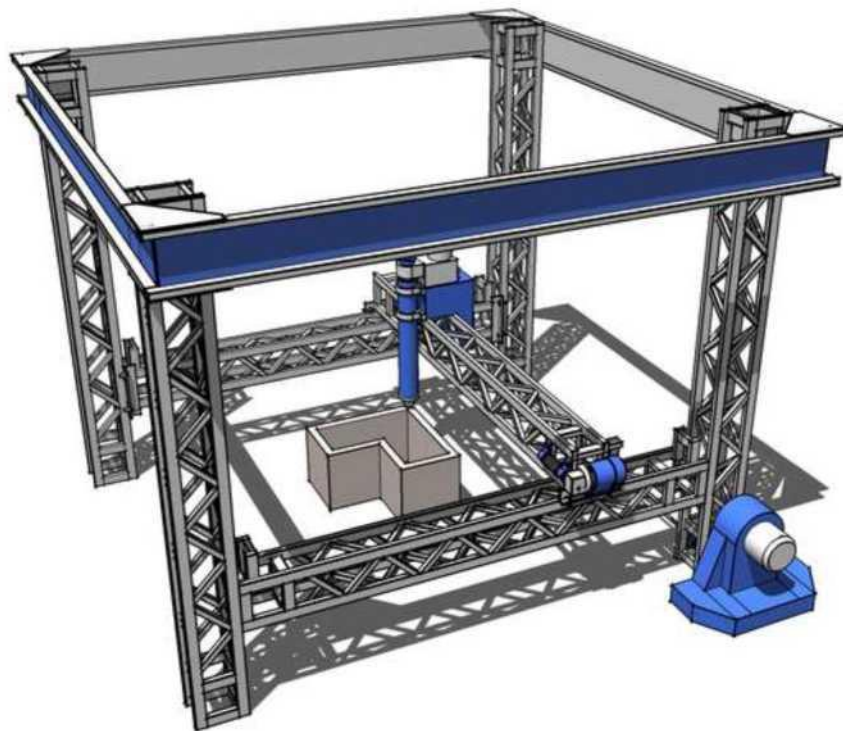


Рисунок 2.1 - Прототип будівельного принтера 3D.



Рисунок 2.2 - Будівельний 3D-принтер.

У даному прототипі використовуються асинхронні двигуни, так як вони дешевші і прості у виготовленні, але при цьому складні в управлінні, в якості трансмісії (обертання двигуна надає руху) використовуються троси. Установка має 4 двигуна, з яких 3 управляються трьома частотними перетворювачами 50 Гц, а четвертий двигун вичавлює глину зі шприца. Каркас складається з 4-х вертикальних сталевих колон (ферми), вздовж яких здійснюється рух та 3-х горизонтальних довжина яких 2 метри 10 сантиметрів. Точність позиціонування на прототипі становить  $\pm 1$  мм.

Екструдер є частиною труби з високотехнологічного поліетилену, з діаметром сопла 1 см. Поршень, який тисне масу, виготовлений з дерева. На даний момент використовується ручне завантаження маси в екструдер. Але також ведеться технологія змішувача безперервної дії, який можна розташовувати в друкарській головці, куди подавати окремо воду і суху суміш (так можна скоротити терміни твердіння суміші і спростити обслуговування змішувача).

При друку виробу на даному прототипі будівельного 3D принтера є ряд певних обмежень:

- Розмір виробу обмежений розмірами прототипу, що діє, і становить 1,5x1,5 метра.
- Кут нахилу моделі не повинен перевищувати 30 градусів. це може призвести до обвалу маси в процесі друку.
- Мінімальна товщина стінки виробу становить 2,5 см, оскільки діаметр сопла 1см, а при видавлюванні маси вона розтікається під тиском.
- Точність позиціонування становить  $\pm 1$  мм, що не дозволяє друкувати дрібні деталі для декорування виробу.

Таким чином, завдання полягає в тому, щоб змоделювати та виготовити виріб, що задовольняє всі ці умови.

## 2.2 Глиняний 3D принтер LUTUM 3

Це унікальний пристрій від нідерландської компанії Vormvrj, відомої своїми розробками у галузі глиняного 3D друку. 3D принтер LUTUM 3 – це остання модель у лінійці пристроїв для 3D друку їх виробництва. Глиняний друк є особливим перебігом 3D технологій, що вже отримав своїх шанувальників і критиків. Багато дизайнерів та скульпторів цінують 3D-друк глиною за незвичність та душевність, незважаючи на неможливість виготовлення деталізованих об'єктів.



Рисунок 2.3 - Глиняний 3D принтер LUTUM 3

3D принтер LUTUM 3 готовий зруйнувати всі стереотипи та розвіяти побоювання скептиків щодо глиняного друку. Ця модель максимально оптимізована для зручної експлуатації та якісного результату. У цій версії розробникам вдалося вирішити проблеми, з якими вони стикалися упродовж своєї діяльності. Було встановлено, що більшість труднощів при роботі пристроїв були пов'язані з довкіллям, в якому вони працювали. Крім цього, 3D принтер LUTUM 3 оснащений покращеними функціональними елементами.

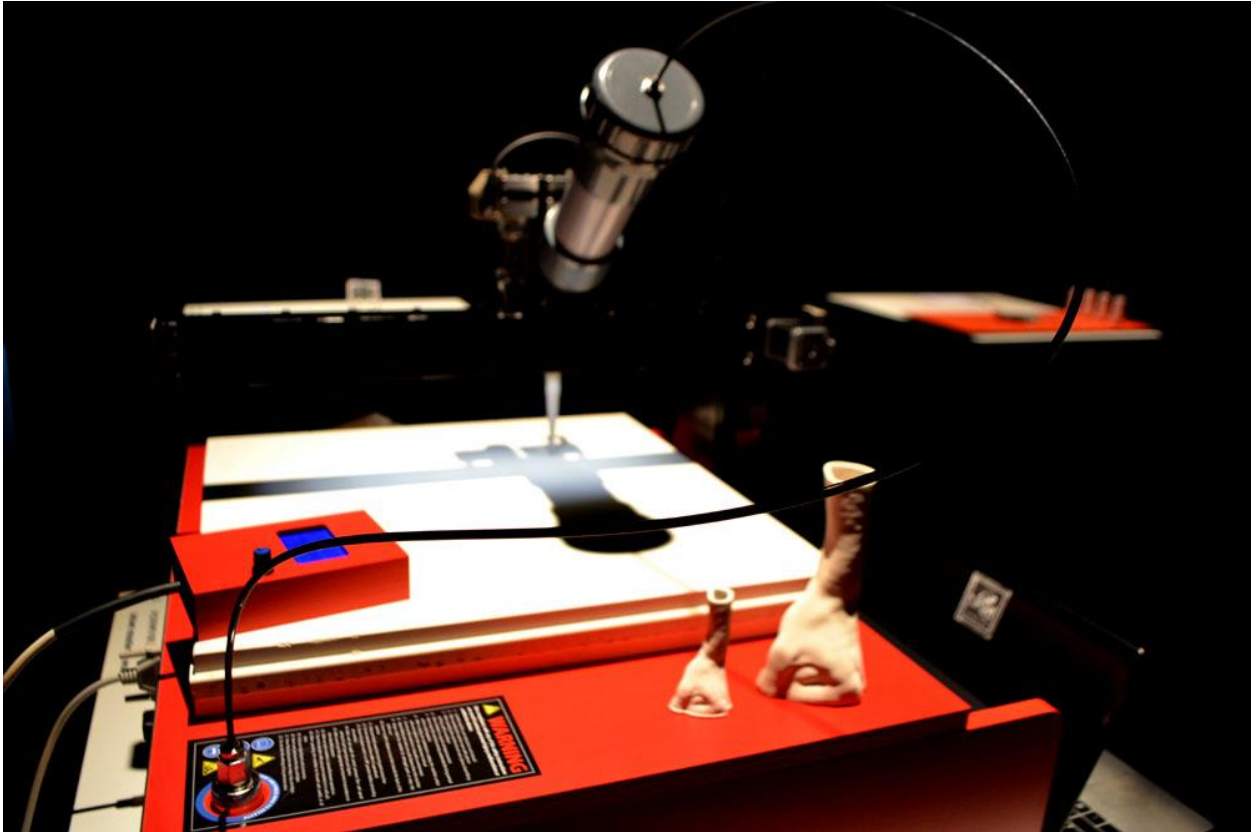


Рисунок 2.4 - Глиняний 3D принтер LUTUM 3

Серед маси нововведень пристрою слід виділити кілька основних факторів, що вплинуть на роботу приладу:

- Системою в 24 В, елементами, що рухаються, і електронікою, прихованою всередині несучих конструкцій. Останні виконані якісно, у твердому корпусі з порошковим покриттям. Це перешкоджає попаданню грудочок глини в частини принтера, що рухаються;
- Оновлений екструдер, який дозволяє друкувати навіть жорсткими типами глини. Передбачено можливість застосування різних шнеків для



кожного конкретного виду матеріалу з різною в'язкістю;

- Можливістю двоколірного друку за допомогою застосування двох картриджів з матеріалом одночасно;

- У комплект постачання включені шнеки для різних видів матеріалу;

- Область побудови 45x45x49 см по осях XYZ.



Рисунок 2.5 – Друк глиною

### 2.3 Основні компоненти 3D принтера та їх принцип дії

Основні складові частини 3D принтера включають у себе:

- Направляючі вісі;
- Екструдер;
- Система зворотного відведення;
- Нагрівальні елементи;
- Платформа;

- Крокові двигуни;
- Датчики крайового положення;
- Блок живлення;
- Драйвери крокових двигунів;
- Контрольна плата.

Напрямні осі є складною частиною 3D принтерів, оскільки вони відповідають за рухомі елементи. Просто встановлення крокових двигунів та підключення їх до живлення не є достатнім для правильної роботи принтера.

Необхідно налаштувати їх коректно і точно виставити головку для подачі матеріалу. Для створення повноцінних тривимірних об'єктів принтер повинен працювати у трьох напрямках: висота, ширина і довжина.

Це означає, що механізми повинні керувати друком так, щоб об'єкт міг оброблятися по осях XYZ. Це може бути досягнуто за допомогою рухів головки, платформи або їх комбінації. Кожен 3D принтер побудований таким чином, що всі три осі є лінійними і знаходяться під прямим кутом одна до одної, не змінюючи свого положення під час друку. Для переміщення вздовж осей використовуються зубчасті ремені, шківи, ведучі вали, двигуни тощо.

Хоча двигуни мають малі розміри, вони мають достатню потужність, щоб керувати рухом головки або друкованої платформи з високою точністю до міліметра. У 3D принтерах використовуються високоякісні та дорогі двигуни, оскільки механізми низької якості не можуть забезпечити необхідну точність.

Щодо екструдера, це пристрій, що відповідає за подачу розплавленого матеріалу, який у випадку 3D принтерів представляє собою розігріту нитку. Екструдер постійно модифікується та доповнюється для того, щоб дозволити використання різних матеріалів.

Оскільки технологія 3D друку є ще досить молодого, існує багато термінів, що можуть викликати певні труднощі в їх визначенні. Проте важливо запам'ятати, що екструдери використовуються для подачі матеріалу

шляхом його видавлювання (екструзії). Сам матеріал наноситься шарами, поки об'єкт не буде повністю сформований, але про це докладніше буде згадано пізніше.

Існують два основних типи розташування екструдерів: інтегрована система та віддалена. Кожен з цих методів має свої переваги та недоліки.

Інтегрована система не потребує складної системи подачі матеріалу до головки, тому під час друку вона рідко стикається з проблемами. Проте цілісні механізми, використані в цій системі, є важчими та повільнішими у роботі. Це може призвести до зниження швидкості друку, але зробить процес заміни матеріалу простішим.

У віддалених системах для подачі матеріалу використовуються спеціальні порожнисті трубки, відомі як боуден-кабель. Вони забезпечують стабільну подачу матеріалу до екструдера та можуть працювати у зворотному напрямку, якщо потрібно (режим втягування). Віддалена система розташування екструдера активується за допомогою так званих тросів.

Головною перевагою віддаленого розташування екструдера є його невелика вага, яка дозволяє досягти високої швидкості друку. Наприклад, один з найшвидших принтерів - Ultimaker - використовує саме таку систему розташування екструдера.

Проте основною проблемою порожніх трубок є велика кількість тертя всередині системи подачі матеріалу, що може призвести до проблем із подачею матеріалу та зношуванням термопластика або інших використовуваних матеріалів.

Ще одним недоліком такої системи є складності, які можуть виникнути під час заміни принтера. До того, як видалити нитку, необхідно нагріти саму головку. Після зупинки роботи матеріал остигає та затвердіває, що може викликати засмічення. Багато початківців користувачів 3D принтерів помиляються, намагаючись видалити залишки матеріалу силою, що може пошкодити друкуючу головку та всю систему.

Система зворотньої тяги, що використовується в 3D принтерах, спрямована на видалення використаного матеріалу, який більше не потрібний. Під час цього процесу система подачі матеріалу працює у зворотному напрямку, схоже на те, як ви видаляєте залишки зубної пасти з щітки і повертаєте їх назад у тюбик.

Під час друку більша частина пластику подається безперервно, за винятком ситуацій, коли необхідно створити зазори у виробі або перескочити через раніше роздруковані зазори. Термопластик під час друку не повністю стає рідким, і в цих зазорах можуть залишатися залишки матеріалу, що нагадують павутину. Іноді кількість цих залишків може бути значною, що призводить до зайвого витрати матеріалу. Ця проблема особливо актуальна для промислового виробництва. Саме для уникнення цих залишків була створена система втягування нитки.

Нагрівачі елементи в 3D принтерах зазвичай виготовляються з алюмінію та мають квадратну або циліндричну форму. Їх основне призначення - розігрів матеріалу, який може досягати температури до 250 градусів Цельсія під час друку. Щоб запобігти термічним пошкодженням інших компонентів 3D принтера, на такі нагрівачі елементи часто накладають додаткову теплоізоляцію. Хоча ці температури досить високі, ризик самозаймання дуже низький, тому пристрій можна вважати безпечним у використанні.

Розжарювальний елемент, який є частиною екструдера, включає безпосередньо сопло, через яке подається друкований матеріал. Температура розжарювання контролюється за допомогою термодатчика. Діаметр сопла може варіюватися від 0,2 до 0,5 мм і впливає на максимальний дозвіл роздрукованих об'єктів. Чим менший діаметр сопла, тим дрібніші можуть бути розміри друкованих виробів, але це також впливає на швидкість друку. Для швидкого друку простих виробів рекомендується обрати сопло з діаметром 0,5 мм. Термодатчик також важливий, оскільки різні типи пластику потребують різних температур, і їх необхідно постійно контролювати.

Термопластикову нитку відмотується від котушки і подається до нагрівачих елементів. Під впливом тепла від нагрівачого блоку вона стає напіврідкою і проштовхується через сопло на зовнішню сторону. Під час руху голівки розплавлений пластик укладається на спеціальну платформу за встановленими координатами. Як тільки пластик приймає необхідну форму, він миттєво остигає і затвердівається. Цей процес повторюється до тих пір, поки виріб не буде завершено.

Платформа є ключовим елементом, без якого неможливо здійснити друк 3D виробу. Це місце, на яке спочатку падають шари друкуваного об'єкта. Платформа зазвичай виготовляється з різних матеріалів, таких як акриловий плексиглас, алюміній, скло або вуглецеве волокно. При виборі 3D принтера важливо враховувати максимальні розміри платформи, оскільки вони визначають максимальні розміри друкуваних виробів. Крім матеріалу, з якого виготовлена платформа, також важливо врахувати наявність системи підігріву.

Платформи без підігріву часто покриваються спеціальною синьою стрічкою, яка захищена від високих температур. Ця стрічка допомагає початковій адгезії термопласту і утримує виріб на місці протягом всього процесу друку. Навіть найменші зрушення можуть призвести до пошкодження друку, що неприпустимо.

Підігрівна платформа запобігає деформації та забезпечує більш гладку поверхню першого шару. Температура підігріву зазвичай коливається від 60 до 100 градусів Цельсія і регулюється нагрівачою пластиною, яка живиться від електричної енергії.

Під час друку важливо слідкувати за температурою. Якщо виріб починає деформуватися у верхній частині, це може свідчити про занадто велику температуру, і потрібно знизити її або швидкість друку. Також може виникнути викривлення виробу або зниження адгезії. Однак моделі 3D принтерів з підігрівною платформою є набагато більш практичними, оскільки

завдяки підігріву можна друкувати великі об'єкти, не турбуючись про їх деформацію.

3D принтери використовують крокові двигуни для керування рухом. Крокові двигуни працюють дискретно, тобто їх вал робить повний оберт і проходить кілька фіксованих положень (кроків). Ця можливість точного позиціонування робить їх дуже зручними для використання в 3D принтерах, оскільки не вимагає зворотного зв'язку або складних алгоритмів управління.

Зазвичай для принтерів використовуються крокові двигуни з форм-фактором NEMA17, що визначає їх розмір. У 3D принтері використовуються чотири крокових двигуни для позиціонування каретки (по одному на осі X і Y, і два на вісь Z), і один для подачі матеріалу в екструдер. Це забезпечує стабільність і точність руху, необхідну для високоякісного друку.

Біполярні крокові двигуни є переважною вибором для 3D принтерів, оскільки вони зазвичай мають 4 виведення. Уніполярні двигуни також можна використовувати, не використовуючи зайві виводи.

При виборі крокового двигуна важливо звернути увагу на його момент утримання (holding torque). Для крокових двигунів, які рухають картку, зазвичай достатньо моменту утримання близько  $1.4 \text{ кг} \cdot \text{см}$ , а для двигуна екструдера потрібно мінімум  $4 \text{ кг} \cdot \text{см}$ . Також важливо враховувати споживаний струм двигуном, оскільки деякі драйвери, такі як DRV8825, мають обмеження в  $2.2 \text{ А}$ .

Наприклад, для переміщення каретки можна використовувати двигуни SY42STH47-1684B. Це біполярний NEMA17 двигун з моментом утримання в  $4.4 \text{ кг} \cdot \text{см}$ , розрахований на струм в  $1.68 \text{ А}$ . Ця модель досить популярна і зазвичай легко доступна в місцевих магазинах.

Для керування кроковими двигунами зазвичай використовують спеціалізовані чіпи - драйвери крокового двигуна. Хоча можна спробувати обійтися без них і керувати двигуном безпосередньо з мікроконтролера, цей підхід потребує багато додаткових деталей і не є ефективним. Драйвери крокових двигунів

мають вбудовану підтримку мікрокрокового режиму, що дозволяє ротору двигуна перебувати в проміжних положеннях між кроками. Це підвищує точність позиціонування і зменшує шум і вібрацію.

Для 3D принтерів зазвичай використовують популярні драйвери крокових двигунів, такі як DRV8825. Вони підтримують струм до двох ампер і мікрокроковий режим 1/32, що дозволяє здійснювати 32 додаткових мікрокроки між двома кроками. Це робить їх ефективними для точного керування рухом крокових двигунів. Оскільки чіпи драйверів нагріваються при роботі, рекомендується встановлювати радіатор на кожен чіп або організувати активне охолодження. Зазвичай для кожного крокового двигуна потрібен окремий драйвер.

Датчики крайнього положення, або кінцевики, являють собою пристрої, які використовуються для визначення крайніх положень каретки або інших рухомих частин 3D принтера. У простій реалізації кінцевик може бути представлений звичайною кнопкою, яка натискається при досягненні кареткою крайнього положення. Цей пристрій необхідний тому, що крокові двигуни принтера не мають зворотного зв'язку і не можуть повідомити про своє поточне становище.

Перед кожним друкуванням принтер встановлює каретку в початкове положення (нульові координати), щоб розраховувати рух по відношенню до цієї точки. Для цього принтер керує двигунами в напрямку зменшення координат до тих пір, поки не буде отриманий сигнал від кожного кінцевика. Для найкращої точності і надійності руху принтера зазвичай використовують три кінцеві перемикачі - по одному на кожну з трьох вісей, які вказують на початкове положення з мінімальними координатами. Існують два основних типи кінцевих перемикачів: механічні (наприклад, кнопки) і оптичні. Оптичні кінцевики, які працюють на принципі виявлення перешкоди між світлодіодом і фоторезистором, зазвичай вважаються більш точними і надійними через відсутність рухомих частин.

Для живлення принтера зазвичай використовують блок живлення з напругою 12 Вольт. Мікроконтролер може бути живлений як від блока живлення, так і від USB. Рекомендується вибирати блок живлення здатний віддавати струм близько 20 Ампер. Навіть для простого столу з підігрівом потрібно близько 10-12 Ампер, а додаткові елементи, такі як двигуни, екструдер та вентилятори, також вимагатимуть свою частину потужності.

RAMPS-плата для 3D принтера складається з двох основних компонентів: плати RAMPS 1.4 і плати Arduino Mega 2560. Плату RAMPS вважають материнською, оскільки вона підключається до джерела живлення, містить роз'єми для підключення двигунів і керує силовими елементами, такими як нагрівачі екструдерів та підігрів столу. З електронної точки зору плата RAMPS є Шилдом (shield) для Arduino, оскільки вона розширює функціональні можливості Arduino Mega 2560, який містить мікроконтролер фірми Atmel. RAMPS-плата відрізняється від інших Шилдів тим, що вона підтримує багатфункціональність, дозволяючи керувати різними аспектами друку, від нагрівання елементів до переміщення каретки.

На високому рівні робота контролера полягає у завантаженні програми на мові G-code в його пам'ять. Зазвичай це відбувається через USB-підключення до комп'ютера, але може бути також використана SD-карта пам'яті. Програма G-code описує всі кроки, які принтер повинен виконати для друку моделі, а контролер виконує цю програму, крок за кроком.

Умовно контролер можна розділити на дві частини: "логічну" і "силову". Логічна частина зазвичай містить мікроконтролер (зазвичай мікроконтролери AVR, але також є варіанти з ARM процесорами). Силова частина включає всі необхідні компоненти для керування потужністю навантаження - драйвери крокових двигунів і полеві транзистори для управління нагріванням столу і екструдера.



## 2.4 Розробка моделі. Проектування

Перший етап: ескізування, пошук форми.

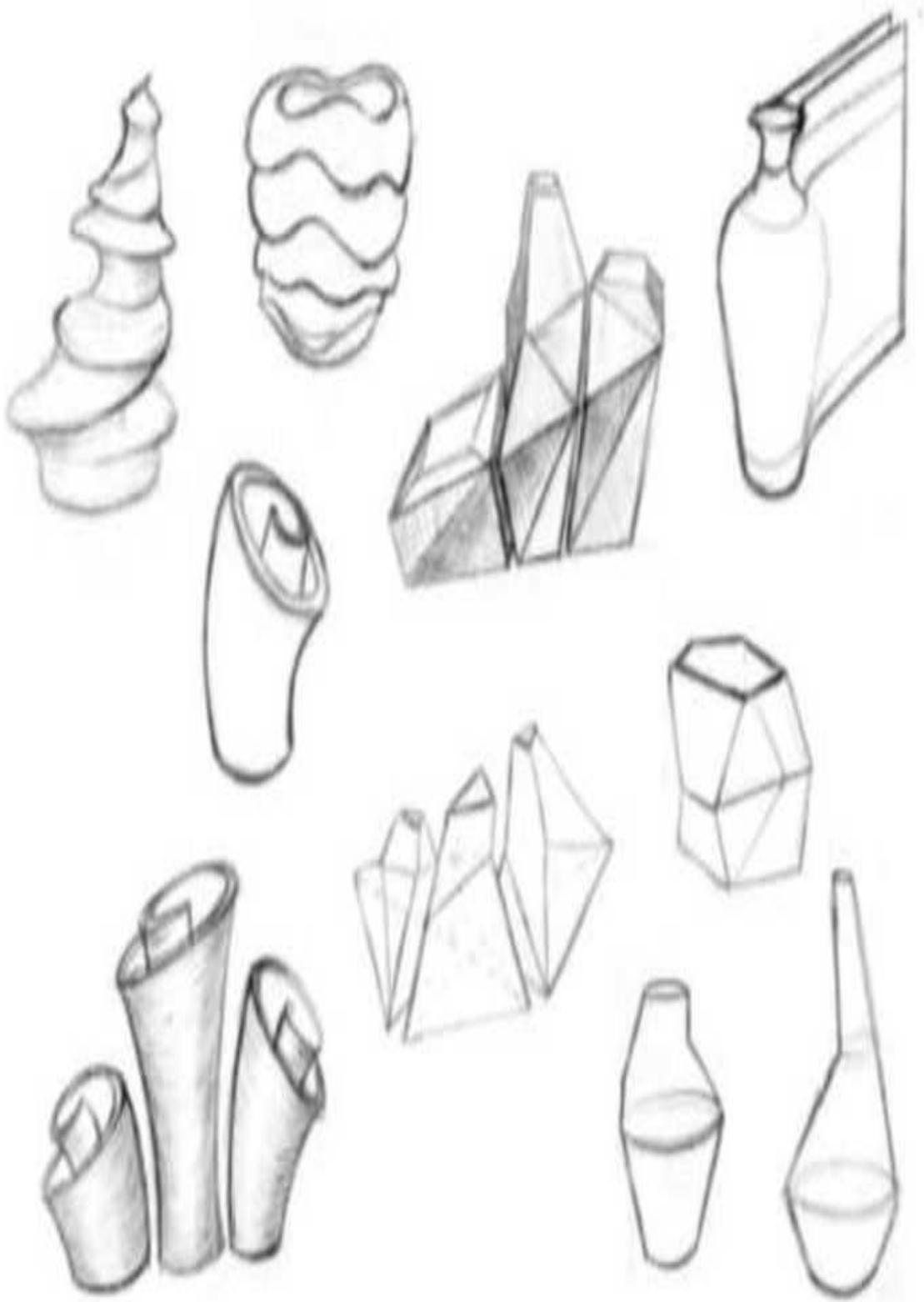


Рисунок 2.6 - Ескізування.

Другий етап: після проведення етапу ескізування для кращого візуального представлення було проведено додатковий пошук форм, моделювання об'єктів за допомогою програмного продукту 3ds Max.



Рисунок 2.7 - Моделювання об'єктів.

Третій етап – остаточне проектування колекції 3D моделей. Комп'ютерне 3D моделювання виробів проводилося за допомогою програмного продукту 3ds Max та додаткового модуля візуалізації V-Ray.



Рисунок 2.8 - Моделювання виробів.

Четвертий етап: візуалізація виробів у ландшафтному середовищі.



Рисунок 2.9 - Візуалізація виробів у ландшафтному середовищі

## 2.5 Вибір матеріалу

Основою складу для будь-якої кераміки є пластичні матеріали – глини та каоліни, або, як їх ще називають, глинисті речовини.

Глинами називають землісті уламкові гірські породи осадового походження, які складаються з високодисперсних гідроалюмінатів, при розчиненні з водою утворюють пластичне тісто, що зберігає при висиханні форму і міцність каменю, що набуває після випалу.

Речовий склад глини включає глинисті мінерали та домішки. Глиниста речовина - це дисперсна фаза розміром менше 1 мкм. Ця фаза надає глинистій породі властивості пластичності, здатності формуватися.

Глина являє собою осадову гірську породу, що складається з каолініту  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ , монтморилоніту  $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$ , ілліту

(гідрослюди)  $K_2O-MgO-4Al_2O_3-7SiO_2-2H_2O$  та інших пластів (Кварцових, карбонатних, залізистих, сульфатних, органічних, розчинних солей та ін.)

Склад маси використовуваної у цій роботі наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1- Склад маси

№	Назва компонента	Кількість, кг
1	Глина	14
2	Вода	4,2

## 2. 6 Технологічний процес виготовлення виробу

Для подальшого виготовлення вибрали один варіант вазону з колекції, представлений на рис. 2.10



Рисунок 2.10 - Варіант вазону із колекції для друку

Матеріали та обладнання для виготовлення:

- Глина
- Вода
- Щекова дробарка

3D принтер

- Терези
- Ємності для замішування глини

Технологічний процес виготовлення виробу :

1. Створення 3D моделі із виробу за допомогою програмного продукту 3ds Max, експорт моделі у форматі .stl.

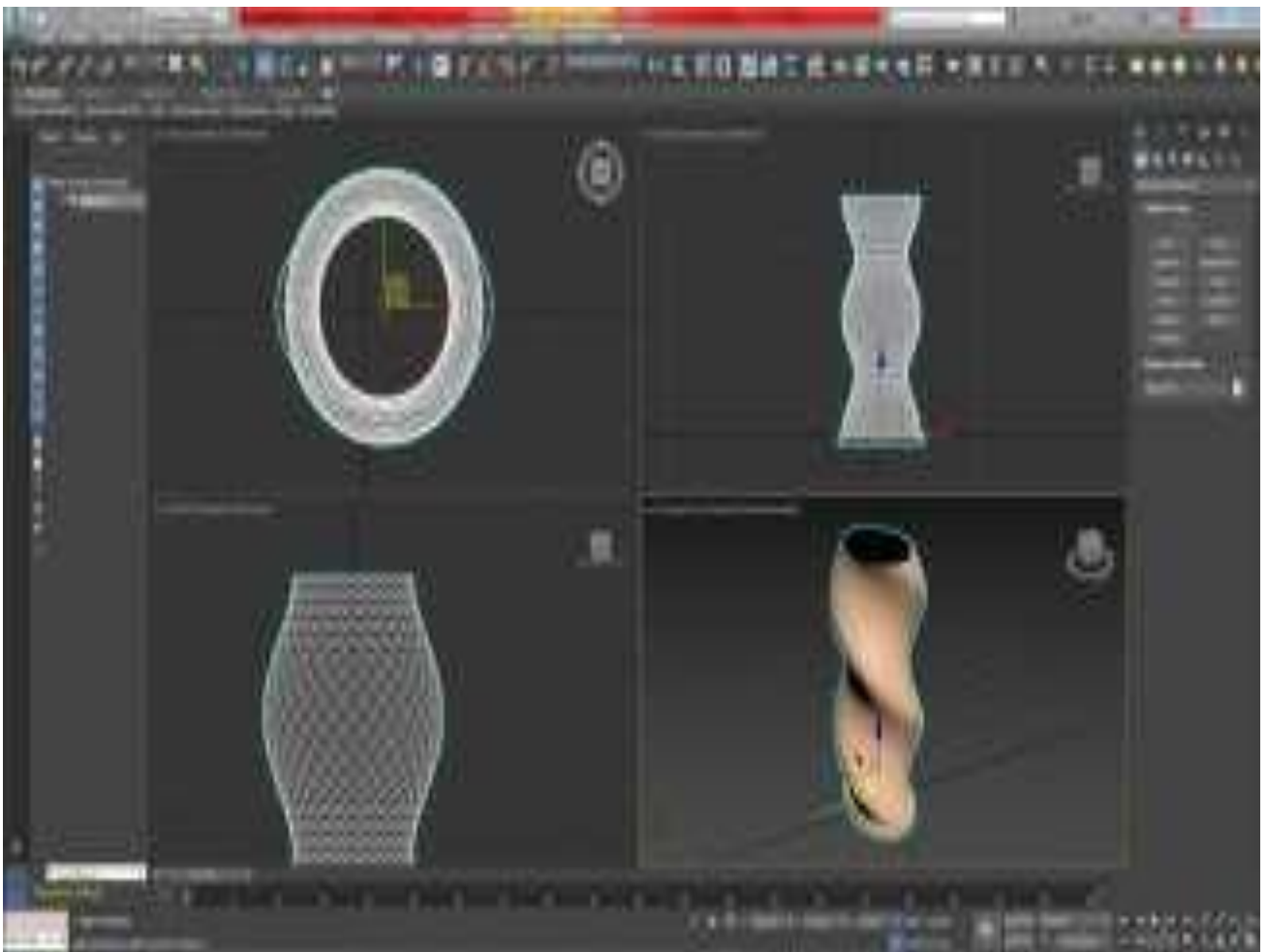


Рисунок 2.11 - Створення 3D моделі 3ds Max

- 2.Імпортувати створену 3D модель у спеціальну програму слайсер Cura

2.1.2, за допомогою якої відбувається генерація G-коду для подальшого друку.

3. Дроблення глини. Відбувається за допомогою щоквої дробарки.



Рисунок 2.12 - Дроблення глини

4. Змішування глини з водою у пропорції на 1 кг глини 300 мл води.



Рисунок 2.13 - Змішування глини з водою

5. Приготування робочого тіста. За консистенцією глина має бути густою, не повинна прилипати до рук.



Рисунок 2.14 - Приготування робочого тіста

6. Завантаження одержаної маси в екструдер. Її необхідно ущільнити, щоб не було повітря, інакше в процесі друку можуть виникнути дефекти в шарі.



Рисунок 2.15 - Завантаження одержаної маси в екструдер



7. Встановлення екструдера в друкувальну головку, включення 3D принтера, завантаження отриманого G-коду.



Рисунок 2.16 - Встановлення екструдера в друкувальну головку

8. Друк виробу протягом 30 хвилин.



Рисунок 2.17 - Друк виробу

9. Сушіння отриманого виробу протягом тижня за кімнатної температури.



Рисунок 2.18 - Сушіння отриманого виробу

10. Випалювання виробу. Випалення проводиться в печі при температурі 800-900 ° С протягом 10 годин.



Рисунок 2.19 – Готовий виріб

## РОЗДІЛ 3

### СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ

#### 3.1 Вступ

У цьому розділі ВКРМ розглянуто питання, пов'язані з організацією робочого місця майстра, який працює з проектуванням та подальшим виробництвом глиняних декоративних малих форм на будівельному принтері, з нормами виробничої санітарії, техніки виробничої безпеки та охорони навколишнього середовища.

Робочим місцем майстра є приміщення, де проводять такі роботи, як: проектування виробу на комп'ютері за допомогою спеціального ПЗ, підготовка сировини для роботи і друк виробу на будівельному принтері.

Метою розділу є виявлення можливих шкідливих та небезпечних факторів технологічного процесу виробництва даних виробів з глини, а також розробка заходів щодо запобігання негативному впливу на здоров'я людей, створення безпечних умов праці для робітників, перерахування організаційних та технічних заходів, передбачених для надзвичайних ситуацій, а також вивчення питання охорони довкілля.

Питання виробничої та екологічної безпеки розглядаються з позиції виконавця, безпосередньо пов'язаного з усіма процесами виробництва виробів.

Виробниче середовище, організація робочого місця повинні відповідати загальноприйнятим та спеціальним вимогам техніки безпеки, ергономіки, норм санітарії, екологічної та пожежної безпеки.

### 3.2 Виробнича безпека

Відповідно до ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 «Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва» виділено основні елементи, що формують можливі небезпечні та шкідливі фактори в ході процесу виготовлення глиняних декоративних малих форм будівельному принтері, які представлені у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 - Основні елементи виробничого процесу, що формують небезпечні та шкідливі фактори

Джерело фактора, найменування видів робіт	Чинники	Нормативні документи
1. Робота за комп'ютером	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Фізичні: • Відсутність чи нестача природного світла; • Підвищена яскравість світла; • Знижена контрастність; • Підвищений рівень електромагнітного випромінювання;</li> <li>Психофізіологічні: • Розумова</li> </ul>	ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.
2. Дроблення глини	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Фізичні: • Машини, що рухаються, і механізми; • Рухомі частини виробничого обладнання;</li> <li>• Пересувні вироби, заготовлі, матеріали; • Підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; • Підвищена чи знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів; • Підвищена чи знижена температура повітря робочої зони; • Гострі кромки, задирки та шорсткості на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання; • Підвищений рівень статичної електрики;</li> </ul>	ЗАХИСТ ВІД ШУМУ ТА ВІБРАЦІЇ ДБН В.1.2-10:2021

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• • Підвищений рівень шуму робоче місце;</li> <li>• • Підвищений рівень вібрації;</li> <li>• • Нестача природного світла;</li> <li>Хімічні:</li> <li>• • Токсичні та дратівливі, що потрапляють через органи дихання, шкірні покриви та слизові оболонки. Психофізичні:</li> <li>• Фізичні навантаження;</li> <li>• • Нервово-психічні навантаження: монотонність праці, емоційні навантаження;</li> </ul>	<p>ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ДБН В.1.2-7:2021</p>
<p>3. Замішування глини, завантаження глини в екструдер, друк виробу</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Фізичні: • Машини, що рухаються, і механізми; • Рухомі частини виробничого обладнання; • Пересувні вироби, заготовлі, матеріали; • Підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; • Підвищена чи знижена температура повітря робочої зони; Хімічні: • Токсичні та дратівливі, що потрапляють через органи дихання, шкірні покриви та слизові оболонки.</li> <li>Психофізичні: • Фізичні навантаження; • Нервово-психічні навантаження: монотонність праці;</li> </ul>	<p>ЗАХИСТ ВІД ШУМУ ТА ВІБРАЦІЇ ДБН В.1.2-10:2021 ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ДБН В.1.2-7:2021</p>
<p>4. Випалення виробу</p>	<p>Фізичні: • Рухомі частини виробничого обладнання;</p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Підвищена чи знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів;</li> <li>• Підвищена чи знижена температура повітря робочої зони;</li> <li>• Підвищений рівень статичної електрики;</li> <li>• Нестача природного світла;</li> <li>Хімічні: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Токсичні та дратівливі, що потрапляють через органи дихання, шкірні покриви та слизові оболонки.</li> </ul> </li> <li>Психофізичні: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Фізичні навантаження;</li> </ul> </li> <li>Нервово-психічні навантаження: <ul style="list-style-type: none"> <li>• монотонність праці;</li> </ul> </li> </ul>	<p>ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ДБН В.1.2-7:2021</p>
--	---	---

До машин, що рухаються, і механізмів, що діють на робітника, відносяться шокова дробарка, будівельний принтер. Фізичний небезпечний фактор такий, як підвищена температура поверхні обладнання, виражається у вигляді печей для випалу виробу і нагрітих внаслідок тертя оброблювальних поверхонь шокової дробарки.

Крім підвищених температур, дане обладнання передбачає гострі чи шорсткі робочі органи, що може призвести до травми. Крім того, дані механізми викликають шуми та вібрації, що також відноситься до шкідливих факторів виробництва.

При сушінні, подрібненні (дробленні, помелі), розсіві, змішуванні та переміщенні сировини відбувається викид тонкодисперсного пилу, що призводить до запиленості повітря.

До хімічних факторів виробництва можна віднести газоподібні сполуки, що виділяються із сировинних матеріалів у ході сушіння, прожарювання та випалення, а також при спалюванні палива.

Типовою газоподібною забруднювальною речовиною у технології кераміки є фтор. Сидяча одноманітна робота при моделюванні виробів відноситься до психофізіологічних факторів. Виробнича безпека

забезпечується технікою безпеки, яку повинен дотримуватися кожен працівник.

### 3.3 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів та заходи щодо їх усунення

У цьому розділі розглядаються можливі шкідливі виробничі фактори при реалізації проекту виробництва друку з глини малих декоративних форм на будівельному принтері: мікроклімат виробничих приміщень, стан повітряного середовища, освітлення, шум та вібрація тощо.

Під час розробки виробу потрібна робота за комп'ютером. Довге постійне положення тіла може призвести до захворювань опорно-рухового апарату, тому для робочого місця важливо дотримуватися ергономічних показників. Під час роботи за комп'ютером важливу роль відіграє освітленість приміщення та робочої зони, оскільки основне навантаження сприймається на очі. Від правильної освітленості приміщення та дисплея монітора залежить сприйняття інформації та дратівливість, стійкість до психофізіологічних навантажень, що суттєво впливає на робітника.

Недостатня освітленість робочої зони.

Приводить до перенапруження органів зору, у результаті знижується гострота зору, і людина швидко втомлюється. Причиною поганого освітлення в цеху є зниження рівня природного освітлення у зв'язку із забрудненням закслених поверхонь світлових прорізів, стін та стель. Штучне освітлення повинно забезпечувати в майстерні освітленість, що дозволяє виконувати операції та налагодження обладнання без виробничих дефектів та травматизму, що виникають через недостатнє освітлення.

Крім того, освітленість на кожній ділянці цеху має бути такою, при якій виключається можливість надмірної втоми, що працює в результаті зорової напруги.

Майстерові дуже важливо зберігати зір, щоб продовжити собі термін



служби, тому дуже важливо мати відмінне освітлення та бажано природне, оскільки подібне освітлення не спотворює кольори і дозволяє отримувати якісніші вироби.

Норми освітленості робочих поверхонь у виробничих приміщеннях встановлюють залежно від характеристики зорової роботи.

Майстерню можна віднести до VI класу візуальної роботи, оскільки робота пов'язана деталями більше 5 мм. Засіб колективного та індивідуального захисту - встановлення джерел освітлення за ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. Норми освітленості для високої точності обробки вказані у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Норми освітлення.

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єктів та розрізнення,	Розряд зорової роботи	Підзоряд зорової роботи	Контраст об'єкту з фоном	Характеристики фону	Штучне освітлення					Природне освітлення		Поєднане освітлення	
						Освітленість, лк		Поєднання нормованих величин показника осліпленості	КПО. ей. %					
						при системі комбінованого освітлення			при системі загальної освітлення	при верхньому освітленні	при бічному освітленні	при верхньому освітленні	при бічному освітленні	
						всього	у тому числі від загаль							Р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Груба (дуже малої точності)	Більше 5	VI		Незалежно від характеристик фону та контрасту		—	—	200	40	20	3	1	1.8	0,6

Підвищений рівень електромагнітного випромінювання.

При тривалому постійному впливі електромагнітного поля (ЕМП) радіочастотного діапазону при роботі за ПЕОМ на організм людини спостерігаються порушення серцево-судинної, дихальної та нервової систем, характерні головний біль, стомлюваність, погіршення самопочуття, гіпотонія, зміна провідності серцевого м'яза. ЕМП впливає на організм теплом. Перехід ЕМП в теплу енергію викликає підвищення температури тіла, локальне вибіркоче нагрівання тканин, органів і клітин.

Крім того, тимчасові допустимі рівні електромагнітних полів,

створюваних ПЕОМ, не повинні перевищувати значення, зазначені в таблиці 3.3

Для дисплеїв на ЕПТ частота оновлення зображення повинна бути не менше 75 Гц при всіх режимах роздільної здатності екрану, що гарантуються нормативною документацією на конкретний тип дисплея, і не менше 60 Гц для дисплеїв на плоских дискретних екранах (рідкокристалічних, плазмових і т.п.).

Таблиця 3.3 - Тимчасові допустимі рівні ЕМП, створюваних ПЕОМ

Найменування параметрів		ВДУ ЕМП
Напруженість електричного поля	в діапазоні частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	в діапазоні частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Щільність магнітного потoku	в діапазоні частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	в діапазоні частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Електростатичний потенціал екрану відеомонітора		500 В

Відповідно до ДСН 239-96 «Державні санітарні норми та правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань» виділяють такі засоби захисту від ЕМП:

1) Організаційні заходи. Раціональне використання обладнання, що унеможливорює перебування персоналу в зоні дії ЕМП під час, не передбачене для роботи за ПЕОМ;

2) Інженерно-технічні заходи. Правильне розміщення обладнання, що передбачає наявність коштів, що обмежують поширення ЕМП на робочі місця

працівників;

3) Лікувально-профілактичні заходи. Періодичні медичні огляди, для попередження, ранньої діагностики та усунення захворювань персоналу;

4) Кошти індивідуального захисту. Окуляри для роботи за комп'ютером.

Підвищена або знижена температура повітря робочого середовища

Мікроклімат виробничих приміщень - це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, який визначається поєднанням температури, вологості і швидкості руху повітря, що діє на організм, а також температури навколишніх поверхонь. Норми оптимальних та допустимих метеорологічних умов встановлені системою стандартів безпеки праці та зазначені в таблиці 6. При врахуванні інтенсивності праці всі види робіт, виходячи із загальних енерговитрат організму, поділяються на три категорії. Дані роботи можна віднести до робіт середньої тяжкості з витратою енергії 175...232 Вт (категорія Па), пов'язаних з постійною ходьбою, що їх стоячи або сидячи, але не потребують переміщення тяжкості.

Мікроклімат приміщення безпосередньо впливає на працездатність та здоров'я людини, при підвищеній вологості та зниженій температурі швидше проходять різні процеси щодо руйнування та запалення суглобів; при підвищеній температурі проявляється рясне потовиділення, що може призводити до зневоднення організму.

Таблиця 3.4 - Допустимі та оптимальні норми мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура, °C				Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		Допустима				Оптимальна	Допустима на робочих місцях постійних та непостійних	Оптимальна, не більше	Допустима на робочих місцях постійних та непостійних
		Верхня межа		Нижня границя					
Холодний	Па	На робочих місцях				40-60	75	0,2	Не більше
		Оптимальна	Постійних	Непостійних	Постійних	Непостійних			
		18-20	23	24	17	15			

Теплий	Па	21-23	27	29	18	17	40-60	65 (при 26°C)	0,3	0,2-0,4
--------	----	-------	----	----	----	----	-------	---------------	-----	---------

Підвищений рівень шуму на робочому місці.

Нормованими параметрами шуму служать рівні в децибелах (дБ) середньоквадратичних звукових тисків, що вимірюються на лінійній характеристиці шумоміра (або шкалі С) в октавних смугах частот із середньгеометричними частотами 63, 125, 500, 1000, 000, 2000. Для орієнтовної оцінки шуму слід вимірювати його загальний рівень за шкалою Ашумомер в дБА. Допустимі норми шуму у виробничих приміщеннях не більше 80 дБА. Перебіг функціональних змін може мати різні стадії. Короткочасне зниження гостроти слуху під впливом шуму з швидким відновленням функції після припинення впливу чинника сприймається як прояв адаптаційної захисно-приспосувальної реакції слухового органа. Адаптацією до шуму прийнято вважати тимчасове зниження слуху лише на 10-15 дБ із відновленням його протягом 3 хв після припинення дії шуму. Тривалий вплив інтенсивного шуму може призводити до подразнення клітин звукового аналізатора та його втоми, а потім до стійкого зниження гостроти слуху.

Таблиця 3.5 - Гранично допустимі рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях для трудової діяльності різних категорій тяжкості та напруженості

Категорія напруженості трудового процесу	Категорія тяжкості трудового процесу				
	Легке фізичне навантаження	Середнє фізичне навантаження	Тяжка праця 1 ступеня	Тяжка праця 2 ступеня	Тяжка праця 3 ступеня
Легкого ступеня	80	80	75	75	75

Підвищений рівень вібрації.

На виробництві джерелом вібрації є щекова дробарка.

Вібрації, впливаючи на організм людини, можуть спричинити функціональні розлади нервової та серцево-судинної системи, а також опорно-рухового апарату. Систематична дія загальних вібрацій у резонансній або навіколорезонансній зоні може бути причиною вібраційної хвороби, порушень фізіологічних функцій організму, обумовлених переважно впливом вібрацій на центральну нервову систему. Ці порушення проявляються у вигляді головного болю, запаморочення, поганого сну, зниженої працездатності, поганого самопочуття, порушень серцевої діяльності.

Нормування вібрацій проводиться залежно від категорії робочого місця, оцінка майстерні проводиться за 3 а категорії відповідно до ДБН В.1.2-10:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації».

Категорія 3 - технологічна вібрація, що впливає на людину на робочих місцях стаціонарних машин або що передається на робочі місця, що не мають джерел вібрації.

Встановлено також гранично допустимі величини параметрів вібрації на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях залежно від середньгеометричних та граничних частот октавних смуг та амплітуди (пікового значення) переміщень при гармонійних коливаннях.

Гранично допустимі середньоквадратичні значення коливальної швидкості лежать в інтервалі 92дБ.

Таблиця 3.6 Гранично допустимі значення вібрації робочих місць категорії 3 – технологічного типу «а»

Середньгеометричні частоти смуг, Гц	Предельно допустимые значения по осям $X_0$ , $Y_0$ , $Z_0$							
	віброприскорення				віброшвидкості			
	м/с <sup>2</sup>		дБ		м/с • 10 <sup>-2</sup>		дБ	
	1/3 ОКТ	1/1 ОКТ	1/3 ОКТ	1/1 ОКТ	1/3 ОКТ	1/1 ОКТ	1/3 ОКТ	1/1 ОКТ
Кориговані та еквівалентні кориговані значення та їх рівні		0,10		100		0,20		92

Велике значення має рівень шуму та вібрації на робочому місці: важливо знизити рівень шуму та вібрації, якщо це можливо і якщо ні, то забезпечити захист – віброзахисне взуття, рукавички. І шум ізоляційні навушники проти шуму.

### 3.4 Екологічна безпека

Джерела небезпек, що діють на людину та природу, можуть бути: природні, техногенні та антропогенні. Природні джерела небезпек впливають як на довкілля, і на людини, але не можуть бути змінені за бажанням людини. Аналізуючи взаємодію людини та техносфери, можна виділити, що на людину негативно діє зміна клімату, міське середовище, виділені відходи. На природу впливають відходи всіх цих середовищ і антропогенного втручання людини.

Основним завданням є скорочення смертності населення, зменшення негативного впливу шкідливих факторів на довкілля.

Щоб забезпечити захист, необхідно дотримуватись норм допустимих викидів шкідливих речовин в атмосферу та гідросферу ДСТУ 4462.3.01:2006

Для забезпечення безпеки підприємства, робітників та навколишнього природного середовища від антропогенних небезпек необхідно забезпечити на підприємстві пожежну безпеку за ДБН В.1.2-7:2021 «Пожежна безпека».

Екологічна задача виробництва полягає в раціональному використанні сировини та електроенергії, надійному зберіганні різних хімікатів, заміні шкідливих для довкілля технологічних процесів на більш екологічні.

Забруднень повітряного басейну, гідросфери та літосфери під час роботи безпосередньо за комп'ютером не виявлено.

Матеріал, що використовується при виготовленні виробів це кераміка - матеріал, що підлягає згодом вторинній переробці; Кераміка може використовуватися як матеріал-основа у виробничому процесі, або може використовуватися як цінна сировина в інших галузях.

Переробка глини та іншої керамічної сировини, особливо сухої, неминуче веде до появи пилу. Сушка (включаючи розпилювальну), подрібнення (подрібнення, помел), розсівання, змішування та транспортування сумішей призводять до утворення особливо тонкого пилу. Деяка кількість пилу виділяється при декоруванні та випалюванні виробів, а також при післявипалювальній обробці. Викиди пилу можуть бути пов'язані не тільки із сировинними матеріалами, а й зі згорянням палива.

Прийоми та заходи щодо запобігання неорганізованим та організованим викидам пилу:

- проведення технологічних операцій, що супроводжуються утворенням пилу, у замкнутому обсязі;
- оснащення змішувачів захисними кожухами та витяжними установками;
- фільтрація повітря, що витісняється під час завантаження дозувального або змішувального обладнання;
- переміщення пилу за допомогою закритих конвеєрів;
- циркуляція повітря;
- зниження витоків повітря та усунення їх джерел, герметизація

установок.

Газоподібні сполуки в основному виділяються із сировинних матеріалів при сушінні та випаленні.

Для запобігання викидам газоподібних забруднюючих речовин запропоновано першочергові та додаткові заходи та прийоми, які можуть бути впроваджені як окремо, так і спільно, та включають:

- зниження подачі джерела забруднюючих речовин
- введення багатих на кальцій добавок
- оптимізацію процесу
- ділянку сорбції (адсорбери, абсорбери)
- допалювання газів, що відходять.

Вода витрачається в основному при розпуску глинистих матеріалів у процесі виробництва або при промиванні обладнання, скидання у воду також мають місце при роботі скрубєрів мокрого очищення газів. Вода, що додається безпосередньо в сировинну суміш, випаровується при сушінні та випаленні.

Мінімізація водоспоживання - одна з основних заходів захисту навколишнього середовища, і для її реалізації можуть бути запропоновані наступні способи оптимізації технологічного процесу:

- модифікація водяного контуру, встановлення автоматичних клапанів для запобігання витoku води, коли немає необхідності в її подачі;
- встановлення на підприємстві системи промивки, що працює під високим тиском;
- роздільне збирання стічних вод з різних стадій технологічного процесу;
- повторне використання стічних вод на тій же стадії процесу, зокрема багаторазове застосування промивної води після відповідного очищення;

При виробництві кераміки енергія в першу чергу витрачається на випал, у багатьох випадках сушіння напівфабрикатів або відформованих заготовок також виявляється дуже енергоємним.

Нижче наведено основні методи зниження енергоспоживання, які



можна застосовувати як разом, так і окремо:

- модернізація печей та сушарок
- використання залишкового тепла печі
- спільне виробництво/когенерація тепла та енергії
- оптимізація форми заготовок.

Відходи виробництва відповідно до вимог виробничого процесу або специфікації готової продукції можуть бути використані повторно. Ті матеріали, які завод не в змозі переробити самостійно, передають до інших галузей або відправляють на сторонні підприємства з переробки відходів або на полігони.

Безпека у НС.

Захист від надзвичайних ситуацій є основним завданням у забезпеченні безпеки населення та навколишнього середовища. До природних та найбільш небезпечних НС належать: землетруси, природні пожежі, повені, сильні дощі, селі та ін. Техногенні НС призводять до великих жертв та втрат.

Джерелом НС техногенного походження є аварії на промислових об'єктах. До небезпечних відносяться об'єкти, на яких здійснюється використання токсичних речовин, вибухових та горючих речовин, що утворюють з повітрям вибухонебезпечні суміші, обладнання, що працює при великих тисках та температурі. Імовірність виникнення НС на небезпечних виробничих об'єктах необхідно враховувати як при проектуванні, так і на всіх стадіях експлуатації.

Ліквідація НС здійснюється силами та коштами підприємств, установ та організацій, на території яких склалася НС, при проведенні аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт.

З можливих надзвичайних ситуацій техногенного характеру може бути виділено загоряння в цеху/виробничій ділянці при недотриманні вказаних норм пожежної безпеки або внаслідок короткого замикання або проблем із струмопровідним обладнанням.

Тому слід:

- 1) Проводити профілактичні заходи, інструктажі робітників.
- 2) У кожному цеху мають бути передбачені заходи евакуації, наприклад, запасні виходи, пожежні проходи.
- 3) Повинні бути засоби пожежогасіння (як первинних засобів пожежогасіння пінні вогнегасники ОХВП-10, вуглекислотні вогнегасники ОУ-2, ОУ-5, і ОУ-8 1 штуку на 700 м<sup>2</sup> площі, ящики з піском 1 на 500 м<sup>2</sup> площі).
- 4) У доступному місці повинні висіти інструкції щодо дій під час пожежі із зазначенням послідовності дій, а також планів евакуації з телефонами спецслужб, куди варто повідомити про виникнення надзвичайної ситуації.
- 5) Обов'язковою є наявність звукової пожежної сигналізації.
- 6) Система пожежної сигналізації включається до загальнозаводську/загальноцехову систему пожежних сповіщувачів кільцевого типу. Оповіщення робітників відбувається через місцевий зв'язок (радіозв'язок).

### 3.5 Правові та організаційні питання забезпечення безпеки

Для кожної галузі встановлено свої вимоги щодо організації робочих місць з урахуванням специфіки трудової функції, яку виконують працівники. Вимоги встановлені до приміщень, де знаходяться робочі місця, до вентиляції та опалення таких приміщень. Певним вимогам має відповідати освітленість робочих місць, і навіть їх оснащеність обладнанням та інструментом.

- Так, для робочих місць, обладнаних персональними електроннообчислювальними машинами (ПЕОМ) вимоги до освітлення на робочих місцях встановлено:

- Робоче місце повинне розташовуватися так, щоб природне світло падало збоку, переважно ліворуч

- Штучне освітлення у приміщеннях для роботи ПК має забезпечуватись загальною рівномірною системою освітлення

- Як джерела штучного освітлення слід використовувати люмінесцентні лампи типу ЛБ та компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ).

При влаштуванні відбитого освітлення у виробничих та адміністративних громадських приміщеннях можна використовувати металогалогенні лампи. У світильниках місцевого освітлення повинні використовуватися лампи розжарювання, у тому числі галогенні.

Для того, щоб забезпечити нормовані значення освітленості в приміщенні з ПЕОМ повинні проводитися прибирання з чищенням скляних вікон і світильників не менше двох разів на рік. Вікна в кімнатах, в яких працюють з комп'ютерами, мають бути переважно орієнтовані на північ і північний схід.

Монітор, корпус комп'ютера та клавіатура повинні знаходитися прямо перед оператором; висота робочого стола з клавіатурою повинна бути в межах від 680 до 800 мм над рівнем підлоги, а висота нижньої межі екрана від 900 до 1280 мм;

Монітор слід розташувати на відстані 60-70 см на 20 градусів нижче за рівень очей оператора;

Простір для ніг повинен відповідати наступним вимогам: висота – не менше 600 мм, ширина – не менше 500 мм, глибина – не менше 450 мм. Слід також передбачити підставку для ніг працюючого завширшки не менше 300 мм з можливістю регулювання кута нахилу. Під час роботи ноги мають бути зігнуті під прямим кутом.

Так як виробництво керамічних виробів передбачає можливу наявність загроз життя (таких як робота в запиленому приміщенні, робота з рухомими частинами механізмів), слід забезпечити працівника всіма необхідними заходами захисту - окулярами, для виключення потрапляння сторонніх тіл в очі та область очей; спец. одягом, як мірою індивідуального захисту працівника, а також іншими засобами захисту залежно від роботи, яку виконує співробітник.

Кожному працівникові має бути надано робоче місце з урахуванням

специфіки роботи, рівень світла також повинен бути достатнім для роботи, щоб співробітнику не доводилося підключати інші джерела світла, перед верстатом має бути рівна та зручна поверхня.

## ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

1. У ході роботи над ВКРМ було систематизовано та закріплено знання у сфері професійної діяльності, що включає сукупність засобів, способів та методів обробки різних матеріалів з метою створення художньо-промислових виробів. Основна мета роботи досягалася шляхом послідовного вирішення поставлених завдань.

2. Проведено історичний огляд появи та розвитку 3D друку та аналітичний огляд у ході, якого були виявлені особливості ландшафтного дизайну та застосування вазонів як малих декоративних форм у ландшафтному дизайні.

3. Проведено огляд 3D друку глиною в даний час і вивчено характеристики та особливості будівельного 3D принтера використовуваного в даній ВКРМ.

4. На підставі дослідження розроблено колекцію вазонів для ландшафтного дизайну із застосуванням технології 3D друку глиною на будівельному принтері.

5. При виконанні ВКРМ було пройдено всі етапи проектування виробу: розроблено форму виробів, описано технологічні процеси виготовлення виробу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрійчук О. В., Оласюк П. Я. Застосування технології 3D-друку в будівництві. Сучасні технології та методи розрахунку в будівництві. 2015. Вип. 3. С. 11–18.
2. Савицький М., Айріх Ш., Халаф І. та ін. Архітектурно-конструктивно-технологічна система 3D-друку будівельних об'єктів : колективна монографія; за заг. ред. д-ра техн. наук, проф. М. Савицького. Дніпро : ФОП Удовиченко О. М., 2019. 233 с.
3. Литвиненко Ю. М., Остапенко С. О., Рогозинський А. А., Солонін Ю. М. Ручна версія 3D-друкування. Science and innovation. 2019, Вип. 15(5), С. 78–83 URL: <http://scinneng.org.ua/sites/default/files/pdf/2019/N5/Lytvynenko.pdf>.
4. Стасюк Т. С. Аналіз існуючих технологій виготовлення будівель за допомогою 3D-принтерів і перспективи їх застосування в Україні / Студентський вісник НУВГП : зб. наук. праць. - Рівне : НУВГП, 2023. - Вип.1(19). - С. 21-24.
5. Шатов С. В., Савицький М. В., Марченко І. О. Удосконалення обладнання 3D-друку об'єктів. Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. 2019. Вип. 6. С. 90–101. URL: <http://visnyk.pgasa.dp.ua/article/view/192233>.
6. Savytskyi N. V., Shatov S. V., Ozhyshchenko O. A. 3D-printing of build objects. Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. 2016. № 3. С. 18–26.
7. Davidla Delgado J. M., Oyedele, L.O., Ajayi A.O., Akanbi L.A., Akinade O.O., Bilal M., A.O., Owolabi H.A. Robotics and automated systems in construction: Understanding industry-specific challenges for adoption // Journal of Building Engineering. 2019. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100868>
8. Застосування 3D технологій у будівництві - статті компанії Нові Зодчі. (2020). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://www.n-zodchie.com/ua/articles/pro-zastosuvannya-3d-tehnologiy-u-budivny>

itstvi.html

9. Мельник Л. Г., Маценко О. М. Інноваційний досвід підприємств у сфері енергозбереження: енергетика, будівництво, транспорт, агровиробництво. Управління енергоспоживанням: промисловість і соціальна сфера : монографія / під заг. редакцією О. М. Теліженка та М. І. Сотника. Суми : видавничо-виробниче підприємство «Мрія-1», 2018. С. 106–140. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/77293>

10. Позитивні ефекти проривних технологій / Л. Г. Мельник та ін. Проривні технології в економіці і бізнесі (досвід ЄС та практика України у світлі III, IV і V промислових революцій) : навчальний посібник ; за ред. Л. Г. Мельника та Б. Л. Ковальова. Суми : Сумський державний університет, 2020. С. 18–23. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/80619>

11. Розвиток будівельної галузі та детінізація ринку праці у будівництві. (2020). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://www.minregion.gov.ua/press/news/rozvitok-budivelnoyi-galuzi-ta-detinizatsiya-rinku-pratsi-u-budivnitstvi>

12. Розробка 3D-моделі архітектурних споруд : /С. В. Мартинюк та ін. Тернопіль : ТНПУ, Студ.наук. вісн. Вип. № 43, 2018, С. 121–123.

13. Мартинюк С., Волос О. Підготовка моделей архітектурних споруд для 3D-друку. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи : матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. з міжнар. участю, м. Тернопіль, 9–10 лист. 2017 р. Тернопіль, 2017.

14. Пінкера В.А. Пінобетон в сучасному будівництві / В.А. Пінкера / Будівельна альтернатива. - 2002. - № 3

15. Андрійчук О.В., Оласюк П.Я. Застосування 3D-технологій у будівництві. Сучасні технології та методи розрахунку в будівництві. 2015. Вип. 3. С. 11–18

16. ДСТУ Б В.2.7-137:2008 Будівельні матеріали. Блоки із ніздрюватого

бетону стінові дрібні. Технічні умови (41007).

17. Мосьпан В.І. Підвищення стійкості піни в бетонній суміші / В.І.Мосьпан // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури .– Дніпропетровськ: ПДАБА, 2011. – № 1-2. – С. 73 –76.

18. Сівко В.Й. Обладнання підприємств промисловості будівельних матеріалів і виробів: Підручн. / В.Й. Сівко , В.А. Поляченко / За ред. В.Й. Сівка.– КНУБА. – К.: "ТОВ "АВЕГА", 2004. – 276.

19. Герої 3D-друку: як пластикові деталі рятують фермерів / Катерина Шевченко // [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://agravery.com/uk/posts/show/geroi-3d-druku-ak-plastikovi-detali-ratuut-fermeriv>

20. Адитивні технології: перспективи і проблеми 3D-друку (II частина) /Андрощук Г. О. // Рецензований журнал «Наука, технології, інновації» №2 2017 рік – С.29-36

21. Яригін В.А. Аналіз параметрів, що впливають на якість 3d друку / В.А Яригін., С.П. Вислоух // Materials of the 20th International Scientific and Technical Seminar “Modern questions of production and repair in industry and in transport”, March 23-29, 2020, Kosice, Tbilisi, Georgia. – С. 180-183.

22. Чонка Е.Я. Аналіз точності формування поверхонь деталей виготовлених на 3d-принтері / Е. Я Чонка, В.С. Антонюк // Збірник праць XV Науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні» 10-11 грудня 2019 року – К.: ПБФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського. Центр учбової літератури. – 2019. – С. 197-200.

23. Обзор 3D-принтера Wanhao Duplicator i3 Plus // [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://3dtoday.ru/blogs/sergey/browse-3d-printer-wanhao-duplicator-i3-plus/>

24. CreatBot DX Plus 3D принтер // [Електронний ресурс] –режим доступу: <https://3dreams.com.ua/товар/creatbot-dx-plus-3d-принтер/>

25. Переваги ПЗ Creo Parametric // [Електронний ресурс] –режим



доступу: <https://www.ptc.com/ru/products/cad/creo>

26. Яригін В.А. Про сучасні методи та засоби моделювання / В.А. Яригін, С.П. Вислоух // Збірник праць XV Науково-практичної конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні» 10-11 грудня 2019 року – К.: ПБФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського. Центр учбової літератури. – 2019. – С. 211-213.

27. Яригін В.А. Методологія покращення характеристик міцності деталі, що виготовлена методом 3d друку // В.А Яригін., С.П Вислоух.// збірник наукових праць X Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю Процеси механічної обробки, верстати та інструмент м. Житомир, 6–9 листопада 2019 р. - С. 209-213.

28. Можливості використання 3D-друку під час навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/123456789/15553/1/Krivtsov.pdf>.

29. Сучасний стан і перспективи розвитку технологій тривимірного моделювання та друкування. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/123456789/21883/1/Strutynska.pdf>.

30. Петришина А.А. Тенденції розвитку тривимірного друку, обладнання та матеріалів для нього. Актуальні задачі сучасних технологій : матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів (25-26 листопада 2015 р.). Тернопіль, 2015. С. 26–27.

31. Застосування 3D принтерів в навчальних закладах. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://dixi.education/using-3d-printers/>.

32. 3D Slicer Software: How it Works and What to Expect [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.solidprint3d.co.uk/3d-slicer-software-how-it-works-and-what-to-expect/>

33. Setting up Support Material in FDM Slicers [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.solidprint3d.co.uk/setting-up-support-material-in-fdm-slicers/>

34. What is Slicing Software, and what does it do? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.additive-x.com/blog/what-is-slicing-software-and-what-does-it-do/>
35. 3D Slicing Software – The Basics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://the3dbros.com/3d-slicing-software-the-basics/> –01.12.2021р.
36. 3D Slicer Settings for Beginners – 8 Things You Need to Know [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pinshape.com/blog/3d-slicer-settings-5-things-you-need-to-know-about-3d-printing-software/>
37. A Quick Guide to Slicers [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://buildbee.com/blog/article/a-quick-guide-to-slicers> – 18.04.2021р.
38. Khoshnevis B. Automated Construction by Contour Crafting-Related Robotics and Information Technologies. Automation in Construction. 2004. Vol. 13, iss. 1. Pp. 5–19. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580503000736>.
39. Lipson H. Fabricated. The New World of 3D Printing. Hod Lipson, Melba Kurman. [Indiana] : Wiley, 2013.320 p.
40. Joop de Boer Which Architect Is Winning The 3D Printing Rat Race? Pop-Up City. 2014. 1 July. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://popupcity.net/which-architect-is-winning-the-3d-printing-rat-race/>.
41. Hamidreza Gh.S., Corker J., Fan M. Additive manufacturing technology and its implementation in construction as an eco-innovative solution. Automation in Construction. 2018. Vol. 93. P. 1–11. URL: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.05.005>
42. Baiani, S., & Altamura, P. (2018). Waste materials superuse and upcycling in architecture: Design and experimentation. Techne, 16, 142–151. URL: <https://doi.org/10.13128/Techne-23035>
43. Dai, L., Cheng, T., Duan, C. at al. (2019). 3D printing using plant-derived cellulose and its derivatives: a review. Elsevier Ltd, pp 71–86. URL: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.09.027>

44. Jo, J. H., Jo, B. W., Cho, W., & Kim, J. H. (2020). Development of a 3D Printer for Concrete Structures: Laboratory Testing of Cementitious Materials. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 14(1). URL: <https://doi.org/10.1186/s40069-019-0388-2>

45. Klerer, R., & Piller, F. T. (2019). Local manufacturing and structural shifts in competition: Market dynamics of additive manufacturing. *International Journal of Production Economics*, 216(September 2018), 23–34. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.04.019>