

(Rapid Plasma Deposition, RPD) – плазму [2]. Технології зварювання та наплавлення металевими дротами широко використовуються машинобудівними підприємствами та можуть частково зняти необхідність в енергоємному ливарному виробництві (рис. 2).



*Рисунок 2 – Заготовка після 3D-друку та готовий корпус редуктора (виготовлено на обладнанні Gefertec arc405) [2]*

#### **Список використаних джерел**

1. Трехмерная печать металлических объемных изделий сложной формы на основе сварочных плазменно-дуговых технологий : (обзор) / В. Н. Коржик, В. Ю. Хаскин, А. А. Гринюк, В. И. Ткачук, С. И. Пелешенко, В. В. Коротенко, А. А. Бабич // Автомат. сварка. - 2016. - № 5/6. - С. 127-134.
2. Технології друку металом [Електронний ресурс] <https://3dreams.com.ua/3d-печать-металлом-в-украине/>.
3. Анализ современного состояния аддитивных сварочных технологий изготовления объемных металлических изделий / С. И. Пелешенко, В. Н. Коржик, А. Н. Войтенко, В. Ю. Хаскин, В. И. Ткачук // Вост.-Европ. журн. передовых технологий. - 2017. - № 3/1. - С. 42-52.

---

УДК 658.512.26

## **ПРОЕКТ КОНСТРУКЦІЇ ЛІТНЬОЇ СЦЕНИ**

**Патук Ю. С.**, студент гр. ЗВ-161

**Дегтяр І. В.**, студентка гр. ЗВ-161

Науковий керівник: **Ющенко С. М.**, к.т.н., доцент  
*Національний університет «Чернігівська політехніка»*

Фестивалі та свята просто неба відіграють важливу роль серед соціальних розваг у наш час. Такі заходи потребують спеціальних майданчиків для їх організації. Звичайно, існує велика кількість збірних саморобних сцен на вулицях міста, що тимчасово конструюють для подібних заходів. Такі сцени є дуже поширеними, адже мають важливу перевагу – швидкий і простий процес монтажу та демонтажу. Однак вони мають суттєвий недолік – зовнішній вигляд, який аж ніяк не прикрашає свято. Тому проведення масових заходів просто неба потребує принципово нових вимог до таких конструкцій, основні з яких: оригінальний вигляд, що стане окрасою свята, та можливість швидкого монтажу-демонтажу, що забезпечить мобільність конструкції.

Мобільна літня сцена – вигідне вкладення коштів. Збірно-розбірний подіум призначений для проведення свят як на вулиці, так і в приміщеннях великої площі. Така сцена призначена для проведення концертів, фестивалів, театральних вистав та інших культурно-масових та розважальних заходів для жителів міста у літній період.

Проектом передбачалося облаштування літньої сцени в парку. Основна мета роботи – проектування та виробництво раціональної та концептуальної міні-сцени для міста Чернігів, яка повинна вписуватися в дизайн міста та створити комфортний творчий майданчик для різних подій. Також однією з поставлених задач було забезпечення можливості демонтажу сцени та зміни її локації.

Будь-яка сцена повинна відповідати службовому призначенню та забезпечувати надійну роботу у межах заданого ресурсу і виготовлення при мінімальних затратах матеріалів, праці і часу. Конструкція сцени повинна відповідати нормам технічної естетики та забезпечити її просте та економічне виготовлення. Потрібно забезпечити мінімальну матеріалоемність і при цьому гарантувати надійність конструкції.

Існує декілька різновидів сцен [2]: 1. Сцена відкритого типу – являє собою подіум і сходи до нього, яка не має даху, що передбачає швидкий монтаж-демонтаж конструкції. 2. Подіум з дахом у вигляді арки – конструкція зігнутої форми у вигляді дуги, яка використовує стандартні опорні башти і складається з 3-5 арок. Завдяки своїй оригінальності та стійкості це конструктивне рішення більше підходить для будівель зі специфічним призначенням: басейнів, оранжерей, теплиць, торгових галерей і переходів. 3. Сцена, що має плоску поверхню даху. Як правило, сцени з плоскими дахами, які мають ухил (не більше 3 градусів), мало застосовуються для будівництва сцен. Це пояснюється тим, що малий кут ухилу ускладнює процес природного очищення дахів від опадів (сніг, дощ, град), що надалі може стати причиною поступового руйнування покриття. 4. Майданчик з двосхилим дахом (щипцевим). Двосхила дахова система використовує стандартні опорні башти у поєднанні з двосхилим дахом, що гарантує конструкції оптимальну міцність. Ця дахова система дозволяє монтувати консольний виступ в передній частині конструкції для захисту сцени від дощу, а також розміщувати додаткові звукове обладнання. 5. Платформа з двома подіумами. Такі майданчики зазвичай призначені для проведення модних показів або концертів.

Серед можливих варіантів сценічної конструкції запропоновано подіум з дахом у вигляді арки. Конструкція сцени складається з майданчика і навісу. Сцена оснащена задньою стінкою з металевого каркасу, обшитого деревом, що додає гарного візуального вигляду та додаткового захисту від погодних умов. Також проектом передбачено сходи на сцену [3].

Оптимальними розмірами для сцени, на якій одночасно будуть комфортно знаходитися 20 осіб та буде місце для додаткового обладнання, є 8750 мм на 4000 мм.

На основі літературного аналізу встановлено, що оптимальним рішенням є виготовлення помосту, що складається із прямокутних ферм, виготовлених із труб. Застосовувалися труби прямокутного та квадратного перерізу. Серед великої кількості варіантів розмірів перерізу зупинилися на перерізах  $40 \times 40 \times 3$  мм,  $40 \times 40 \times 2$  мм та  $40 \times 40 \times 1,5$  мм, так як при розрахунку вони дають оптимальні значення напружень, які знаходяться в допустимих нормах, та характеризуються мінімальною металоємністю, що є одним із найголовніших критеріїв вибору перерізу для помосту.

Під час підбору оптимального перерізу труб та розрахунку на допустимі напруження було використано програмний комплекс Autodesk Robot Structural Analysis Professional. При підборі перерізу стержнів ферм для помосту було враховано власну вагу конструкції, навантаження помосту людьми та сценічним обладнанням та можливе динамічне навантаження при стрибку людини. З урахуванням всіх навантажень при підборі перерізу труб для конструкції прикладалися навантаження на помост  $500 \text{ кг/м}^2$ . Розрахункова схема помосту та результати розрахунку напружень в стержнях ферми зображено на рис. 1.

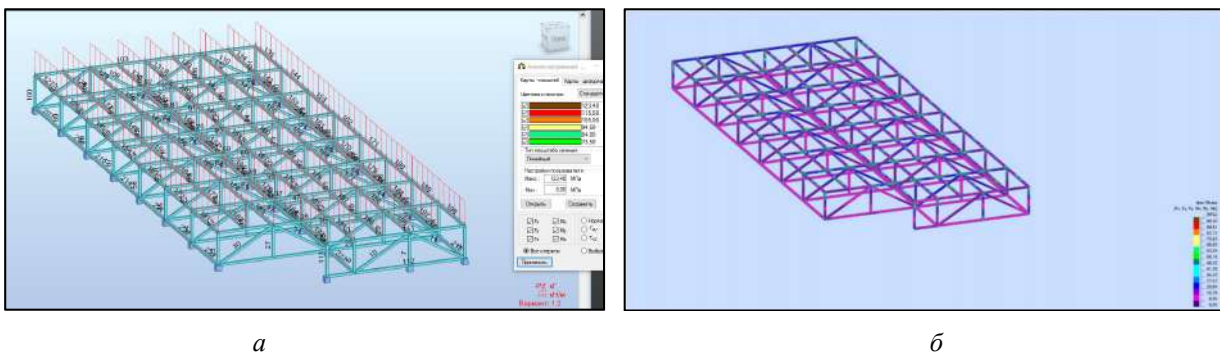


Рисунок 1 – Конструкція помосту (а – розрахункова схема, б – напруження в стержнях)

Розрахунки показали, що максимальне напруження не перевищує 100 МПа, тому труби з таким перерізом витримують задані навантаження. Після проведення розрахунків помосту було вибрано оптимальний переріз балок для основної конструкції: 40×40×3 мм.

Виходячи з техніко-економічних показників, найбільш оптимальним варіантом складання і зварювання конструкції помосту є повузлове, при якому конструкція розбивається на вузли, які окремо виготовляються і в подальшому складаються та зварюються в необхідну конструкцію із забезпеченням найвищої точності та якості готової продукції.

Процес виготовлення літньої сцени включає наступні операції: підготовчі операції, які включають в себе розмітку, різання, очищення, гнуття, правку квадратної труби; зварювання ферми по розмітці; зварювання ферм по шаблону; зварювання арок в кондукторі; зняття підсилення шва з ферм за допомогою кутової шліфмашинки; зварювання кріпильних кутників з отворами до ферми по розмітці згідно ГОСТ 14771-76 Н1; зварювання опорних пластин з отворами з арками ферм; фарбування виробу.

По закінченню процесу виготовлення сценічного майданчика, здійснюється складання конструкції, яке можна виконувати безпосередньо в місці розташування подіуму. Процес монтажу швидкий і легкий та включає наступні види робіт:

1. Вивчення місця розташування. Робляться виміри поверхні, виявляються нерівності. Це необхідно для того, щоб визначити, чи потрібні будуть при установці додаткові опорні конструкції.

2. Установка основи. На цьому етапі важливо перевірити, чи рівно розміщена опора і наскільки максимально вона стійка.

3. Монтаж поверхні підлоги.

4. Установка конструкції даху. Натягується тент, виготовлений з тканини бельгійського виробництва. Даний матеріал відрізняється міцністю і стійкістю до різних погодних явищ.

5. Остаточна перевірка всього монтажу. Необхідно виявити, чи всі конструкції мобільного майданчика надійно закріплені.

Далі, у разі необхідності, встановлюють додаткові портали, подіуми, навіси для моніторів, рекламних щитів. Якщо розташування майданчика припало на нерівній поверхні, наприклад, на землі, необхідно передбачити установку додаткових опор, які будуть розсовувати конструкцію. Такими елементами є гвинтові і телескопічні розсувні ніжки.

Додаткові отвори і бічні площадки використовують для масштабних подій. Наприклад, для театральних постановок, концертів, модних показів. У цих додаткових конструкціях зручно розташовувати звукове та світлове обладнання, приміщення для перевдягання та відпочинку акторів. До конструкцій даху, як правило, фіксують завіси, декоративні елементи. Все це необхідно для втілення художнього задуму.

У результаті проведених досліджень можемо зробити висновок, що літня сцена повинна бути одночасно надійною, мобільною та мати естетичний вигляд. За запропонованим проектом завдяки легкості конструкції сцену можна збирати та розбирати у будь-якому місці при будь-яких погодних умовах. Така конструкція настільки універсальна, що її можна встановлювати як на вулиці, так і у великих критих приміщеннях. Все це говорить про те, що зводити розбірні майданчики значно вигідніше, ніж будувати стаціонарні. Згідно розрахунків запропонована конструкція сценічного майданчика забезпечує економію матеріально-технічних та трудових ресурсів.

#### Список використаних джерел

1. Клименко Ф.Є., Барабаш В.М., Стороженко Л.І. Металеві конструкції / За ред. Ф.Є. Клименка: Підручник. 2-ге вид., випр. і доп. Львів: Світ, 2002. 312 с.
2. Види дахів // STEEL HOUSE [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://steel-house.tk/budivnytstvo\\_dahu/vydy\\_dahiv](https://steel-house.tk/budivnytstvo_dahu/vydy_dahiv).
3. На Алеї Героїв з'явиться новенька крита сцена, повністю зроблена в Чернігові. Сюжет телеканалу «Дитинець» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=rm3HRL6fp1I>.