

використанням паросилового обладнання. В Україні випадки впровадження цієї технології поки що поодинокі, але з огляду на світову тенденцію та галузеву структуру промисловості в недалекій перспективі можна прогнозувати, що найближчим часом після війни ми станемо очевидцями активного розвитку ОРС-генерації, а першопрохідниками стануть енергоємні металургія та нафтопереробка.

*Науковий консультант: Красніков С.В., доц. каф. Деталей машин і теорії механізмів і машин*

Губарьков Олексій, ст. гр. АА-21мб-22

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

## **СИСТЕМА ВІДВЕДЕННЯ ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ ПРИ РІЗЦІ ТА ГРАВІЮВАННІ З ВИКОРИСТАННЯМ МАЛОПОТУЖНОГО ЛАЗЕРА**

Лазери знайшли дуже широке розповсюдження. Вони можуть використовуватись у спеціальних датчиках контролю, в дальномірах, для передачі інформації (оптоволоконний інтернет), медицині (лазерний ніж, лазерна корекція зору) і звісно завдяки високій щільності енергії вони широко застосовуються в обробці матеріалів.

Лазери у промисловості використовуються для розкрою матеріалу, гравіювання, зварювання, поверхневої термообробки, зняття покриттів, в згинальних верстатах та у пристроях адитивного виробництва.

Основними перевагами лазерної обробки матеріалів є:

- висока точність та контрольованість процесу, що дозволяє створювати складні геометричні форми та вирізати деталі з максимальною акуратністю;
- незначна деформація матеріалу в процесі обробки;
- велике різноманіття оброблюваних матеріалів;
- відсутність фізичного контакту з матеріалом, що зменшує знос обладнання та забезпечує тривалий термін служби верстатів.

В залежності від активного середовища, що використовується, виділяють газові лазери, напівпровідникові лазери (лазерні діоди), рідинні лазери, твердотільні лазери, волоконні лазери.

Серед названих особливої уваги заслуговують напівпровідникові лазери. Наряду з волоконними лазерами вони мають високу ефективність перетворення енергії (20-40%) і вирізняються компактністю та простотою будови, що в свою чергу обумовило їх доступність. На основі таких модулів розроблена значна кількість верстатів з ЧПУ для лазерного розкрою, гравіювання та маркування (рис.1).

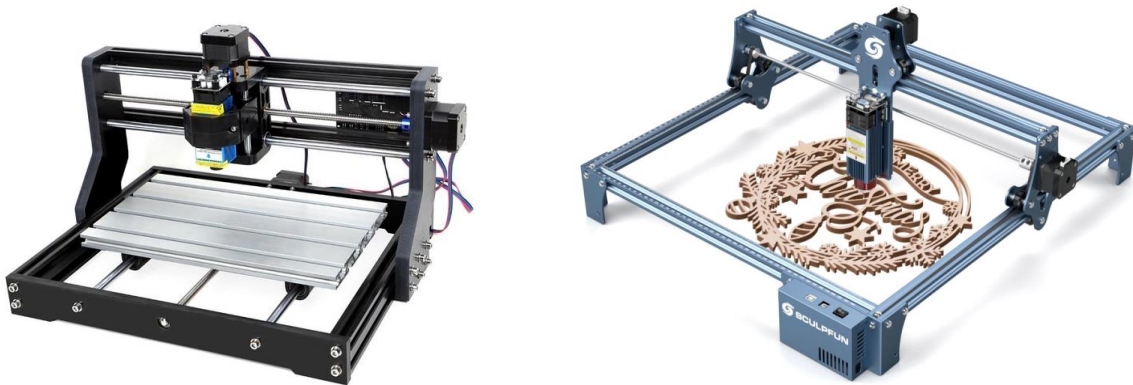


Рис.1. Приклади конструктивної реалізації ЧПУ верстатів з лазерним модулем.

В процесі роботи лазера під дією високої температури відбувається руйнування оброблюваного матеріалу з утворенням хмари летючих речовин. Наявність такої хмари у проміжку між лінзою лазерного модуля та оброблюваною поверхнею веде до розфокусування та заломлення променя і, як наслідок, виникнення дефектів на оброблюваній поверхні. Крім того продукти згоряння можуть осідати на лінзі та затьмарювати її, що призведе до зниження оптичної потужності і додаткового нагріву модуля. Щоб уникнути згаданих негативних явищ рекомендується забезпечувати примусову циркуляцію повітря (рис. 2). Професійні лазерні модулі з оптичною потужністю від 5Вт комплектуються відповідними соплами (рис. 3) для організації примусової циркуляції повітря. Пристрій, що буде забезпечувати таку циркуляцію до стандартної комплектації не входить.

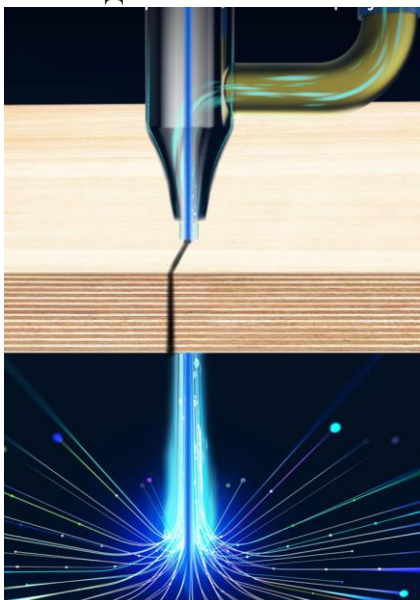


Рис. 2. Примусова циркуляція повітря при лазерній різці



Рис. 3. Лазерний модуль LT-40W-AA з оптичною потужністю 5Вт

Вартість спеціалізованих компресорів (рис. 4) співставна із вартістю самого лазерного модуля з оптичною потужністю 5Вт. Тому було запропоновано використати альтернативний пристрій для забезпечення примусової циркуляції

повітря на базі відцентрового вентилятора Nidec 20N704R310 (рис. 5), вартість якого становить приблизно 1/8 вартості лазерного модуля LT-40W-AA.



Рис. 4. Спеціалізований компресор для примусової циркуляції повітря

Для з'єднання вихідного отвору вентилятора із соплом лазерного модуля було використано гнучку трубу із внутрішнім діаметром 6 мм, при цьому для під'єднання труби до вентилятора було спроектовано та виготовлено на 3D-принтері відповідний перехідник (рис. 6).

Додатково для регулювання частоти обертання валу вентилятора було встановлено ШІМ-контролер.

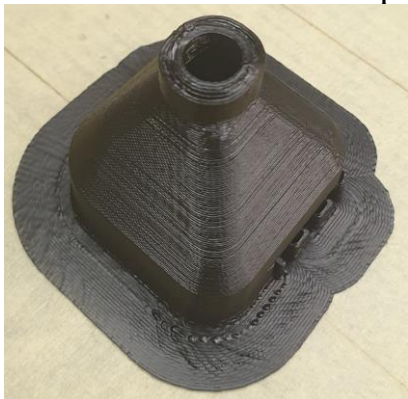


Рис. 6. Перехідник для під'єднання гнучкої труби до вентилятора

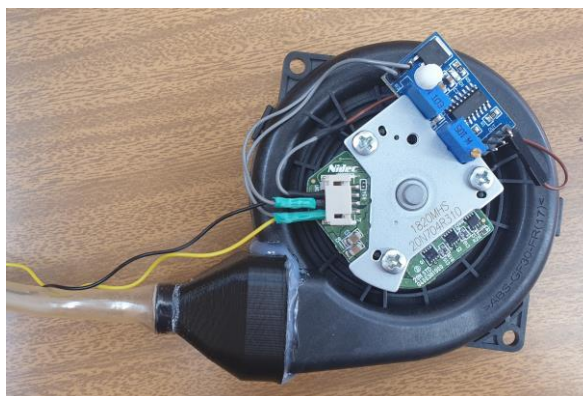


Рис. 7. Вентилятор із встановленим перехідником, гнучкою трубою та регулятором обертів

Ефективність використання пропонованого нагнітача було перевірено в режимі гравіювання та різки. На рис. 8 представлено результат обробки картону за потужності лазера 0,5 Вт та подачі 500 мм/хв. Як видно з рисунку використання примусової циркуляції повітря сприяє якості гравіювання.

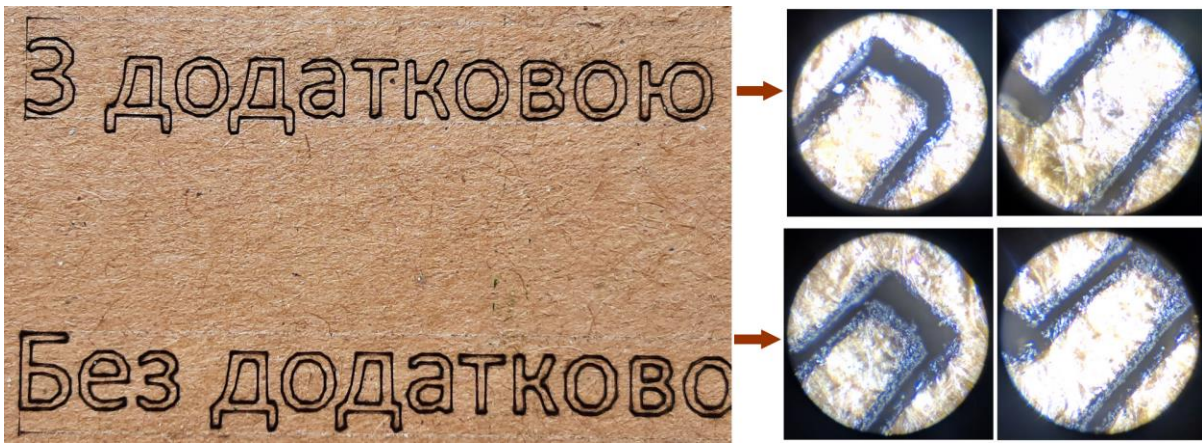


Рис. 8. Результат гравіювання

На рис. 9 та 10 представлено результати обробки заготовки з деревини товщиною 10 мм за потужності лазера 5 Вт та подачі 20 мм/хв.



Рис. 9. Результат лазерної обробки без використання примусової циркуляції повітря

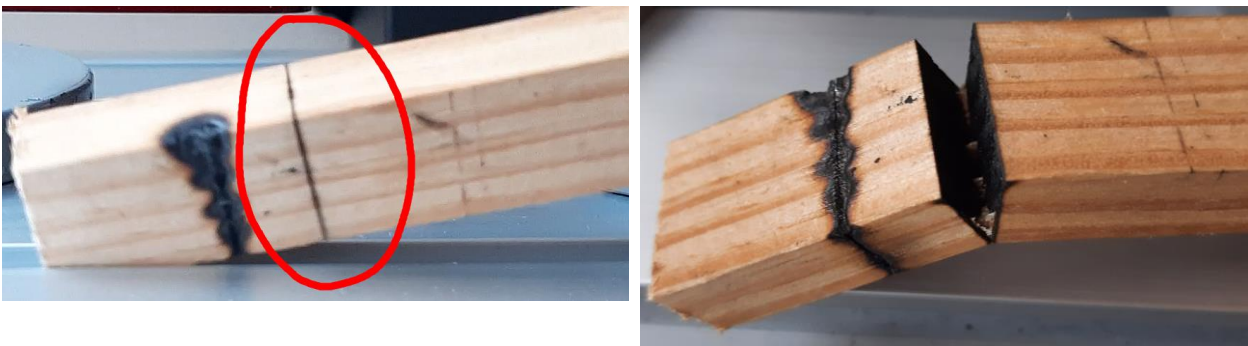


Рис. 10. Результат лазерної обробки з використанням примусової циркуляції повітря

Аналізуючи рис. 9 та 10, можна зробити висновок, що запропонований пристрій для видалення продуктів розпаду матеріалу є ефективним при лазерній різці деревини. Застосування такого пристрою дозволило отримати чистий різ та за один прохід виконати майже наскрізний різ заготовки з деревини товщиною 10 мм. В той же час відсутність примусової циркуляції повітря не дозволяє виконати різання через значне розфокусування та заломлення лазерного променя у середовищі хмари летючих продуктів розпаду матеріалу.

Незважаючи на ефективність та відносну дешевизну пропонованої конструкції, слід також відмітити, відносно високий рівень шуму при роботі, який в той же

час залежить від частоти обертання ротора вентилятора. Тому окремий інтерес представляє дослідження якості лазерної обробки в залежності від частоти обертання ротора, а також дослідження якості лазерної обробки інших матеріалів.

## Література

1. <https://lasergrbl.com>
2. <https://github.com/gnea/grbl/wiki>

Науковий консультант: *Єгоров П. А., доц. каф. деталей машин та ТММ*

Пивовар Дмитро Олегович, студент групи АА-31-21

Шарапата А.С., доцент

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

## ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ БАЗОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОРПУСІВ РЕДУКТОРІВ У INVENTOR

**Анотація:** Корпус редуктора – найбільш складна деталь і під час моделювання виникають складності і питання при прийнятті конструктивних рішень, а також у використанні інструментів і алгоритмів створення тривимірної моделі деталі. Необхідно розробити алгоритм, способи, прийоми з підвищення ефективності тривимірного моделювання корпусу двоступеневого циліндричного редуктора за кінематичною схемою для спрощення процедури моделювання і скорочення часу на виконання моделі, а також запропонувати способи діагностування помилок. Використовується практичний досвід і напрацювання в класичних технологіях виготовлення корпусів механічних редукторів за допомогою лиття і сучасні технології механічної обробки деталей. Для виконання 3D моделі деталі і перевірки роботи алгоритма використовується Inventor – програмне забезпечення від компанії Autodesk [1]. Розроблений алгоритм і запропоновані способи підвищення ефективності моделювання корпусу в короткий термін, забезпечена варіативність елементів конструкції простим і швидким шляхом.

**Мета і завдання:** розробити ефективний алгоритм створення тривимірної моделі корпусу редуктора, який враховуватиме властивості симетричності конструктивних елементів деталі, забезпечить уклон нижньої стінки, створить нижній фланець з посиленням уклоном, створить верхній фланець, опори і бобишки та кріпильні отвори.

### Побудова основної частини корпусу

В даній роботі ми розглянемо особливості тривимірного моделювання корпусу двоступеневого циліндричного редуктора за розгорнутою схемою згідно кінематичної схеми, яка зображена на рис. 1,а. На рис. 1,б,в,г показані варіанти реальних, виготовлених редукторів. Корпуси редукторів на наш погляд