УДК 621.375.826:621

Романенко М.В., аспірант
Кагляк О.Д., канд. техн. наук, доцент
Романенко В.В., канд. техн. наук, доцент
Блощицин М.С.. канд.техн. наук, доцент
КПІ ім. Ігоря Сікорського, romanenkomax.ua@gmail.com

ВПЛИВ РЕЖИМІВ ОБРОБКИ НА ВИБІР ШВИДКОСТІ ГАЗОЛАЗЕРНОЇ РІЗКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПОТУЖНОГО ЛАЗЕРА

Під час аналізу ключових технологічних чинників, що визначають ефективність процесу газолазерного різання (ГЛР) сталевих матеріалів за допомогою високопотужного лазерного випромінювання, першочергове значення має товщина матеріалу, що підлягає розрізанню. Основним завданням є забезпечення наскрізного прорізу в заготовці заданої товщини при досягненні належних якісних параметрів різу. Застосування волоконних лазерів потужністю до 20 кВт дозволяє здійснювати якісне різання сталей товщиною до 50 мм, а також забезпечує можливість різки матеріалів товщиною і до 80 мм.

Суттєвим фактором, що впливає на результат процесу різання, є величина та орієнтація напрямку розфокусування лазерного пучка. У високопотужних лазерних системах для цього використовуються стандартні фокусувальні головки, які дозволяють співвісно подавати технологічний газ і формувати необхідне розфокусування на виході ріжучого сопла. Розфокусування, окрім зменшення густини потужності променя, безпосередньо впливає на тривалість дії лазерного випромінювання у зоні руйнування матеріалу, що, у свою чергу, залежить від діаметра плями фокусування та швидкості різання. Збільшення цього часу дає змогу здійснювати обробку заготовок більшої товщини за сталої швидкості. Однак така закономірність зберігається лише за умови, що щільність потужності зконцентрованого лазерного випромінювання перевищує критичний рівень у 10^5 Вт/см^2. Подальше розфокусування може призвести до зниження енергетичної щільності нижче критичної межі, особливо в нижніх шарах матеріалу, що загрожує неповним прорізанням заготовки.

Враховуючи високу вартість лазерних технологічних комплексів (ЛТК) потужністю 20 кВт, їх доцільно використовувати для розрізання сталей значної товщини (від 5 до 80 мм) на максимально можливих швидкостях. Для здійснення процесу лазерного різання листової сталі нами був обраний ітербієвий волоконний лазер потужністю 20 кВт. Він працює як у безперервному, так і в імпульсно-періодичному режимі випромінювання, що дає змогу забезпечити стабільність процесу різання та досягти необхідної швидкості розкрою металевого листа. ЛТК потужністю в 20 кВт з системою змінних столів представлений на рис. 1.

а) б)

Рис. 1 – Лазерний технологічний комплекс потужністю 20 кВт (вид спереду а) та вид ззаду б)) зі змінним технологічним столом.

Результати досліджень демонструють диференційовані технологічні підходи до різання сталей малої (5–20 мм), середньої (20–45 мм) та великої (45–80 мм) товщини. Залежно від цих груп, змінюються оптимальні параметри розфокусування. Так, для матеріалів малої товщини доцільним є занурення фокусу вглиб заготовки на 0–8 мм. При цьому таке занурення необхідно виконувати із темпом 1 мм на кожні 2 мм збільшення товщини (режим

1). Для середніх товщин оптимальним є занурення фокусу на 10–17 мм із кроком в 1 мм на кожні 5 мм товщини (режим 2). У випадку великих товщин доцільним виявилося фокусування не в глибину, а над поверхнею заготовки: на 13 мм для товщини 45–60 мм та на 14 мм — для товщини 60–80 мм (режим 3).

З метою формування уніфікованих рекомендацій щодо вибору режимів різання було проведено серію експериментів, результати яких представлені у вигляді інтегрованого графіка (рис. 2).

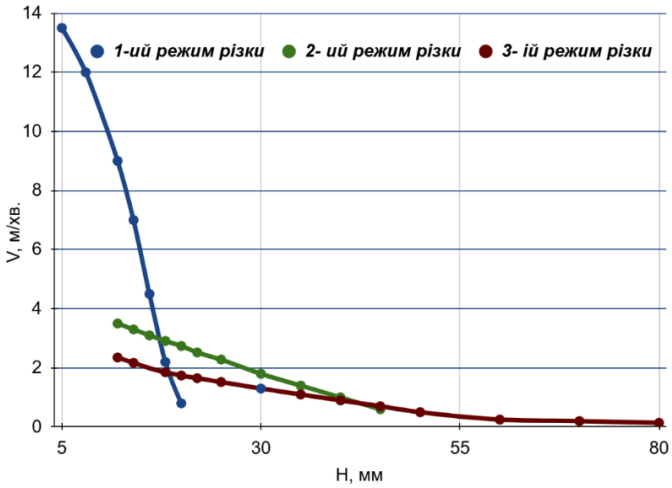
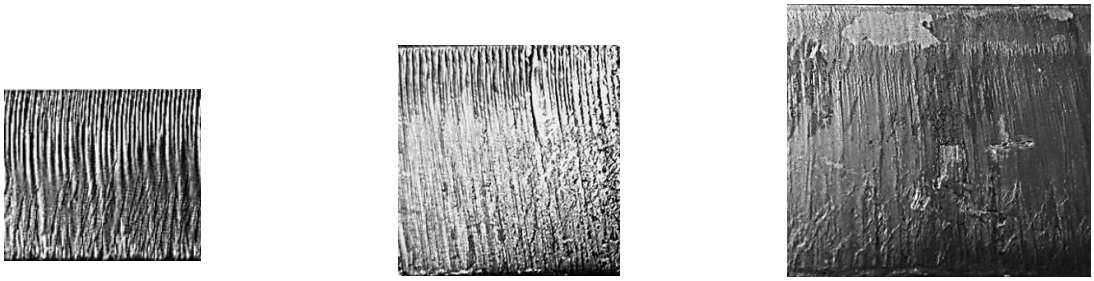


Рис.2 – Швидкість газолазерного різання в усьому діапазоні товщин заготовки при використанні лазера потужністю 20 кВт відповідно до запропонованих режимів.

Аналіз показує, що при реалізації 1-го режиму різання можна досягти значного приросту швидкості при використанні стисненого повітря під високим тиском порівняно з різанням у середовищі кисню при низькому тиску. Для середніх товщин сталі застосування другого режиму (з зануреним фокусом) забезпечує вищу швидкість порівняно з режимом фокусування над поверхнею (третій режим). Однак у випадку обробки заготовок великих товщин (понад 45 мм) спостерігається значне зниження швидкості при другому режимі, натомість третій режим дозволяє ефективно виконувати різання матеріалів товщиною до 80 мм.

Вигляд поверхні лазерних різів при різних товщинах заготовки приведений на рис.3.



а) б) в)

Рис. 3 – Поверхні різів в сталі малої а), середньої б) та великої товщини в) у відповідності до необхідних умов розфокусування.

Таким чином, при реалізації технології ГЛР із використанням високопотужних лазерів ключовим фактором є правильний вибір величини та напрямку розфокусування променя. Весь діапазон товщин сталевих заготовок доцільно поділити на три групи, для яких розроблені окремі режими різання. Узагальнення отриманих результатів дозволило сформулювати практичні рекомендації щодо оптимального вибору швидкості різання листових сталей відповідно до товщини матеріалу із застосуванням лазера потужністю 20 кВт.