



*XXIII Міжнародна науково-  
практична конференція*

# ФІЗИЧНІ ТА КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

*21 – 22 грудня 2017 р.*

**м. Харків**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Одеський національний політехнічний університет**  
**ТОВ Технічний центр «ВаріУс» (м. Дніпро, Україна)**  
**Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця**  
**Публічне акціонерне товариство «ФЕД» (м. Харків, Україна)**  
**Національний технічний університет «ХПІ» (м. Харків, Україна)**  
**Харківський національний технічний університет сільського господарства**  
**ім. Петра Василенка**  
**Приазовський державний технічний університет (м. Маріуполь, Україна)**  
**Луцький національний технічний університет**  
**ДП «УкрНТЦ «Енергосталь» (м. Харків, Україна)**  
**ТОВ «Імперія металів» (м. Харків, Україна)**  
**ПАТ «Завод «Південкабель» (м. Харків, Україна)**  
**ПАТ «Світло шахтаря» (м. Харків, Україна)**  
**Приватне акціонерне товариство ХМЗ «ПЛНФА» (м. Харків, Україна)**  
**Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля**  
**НАН України (м. Київ, Україна)**  
**Університет, Делі (Індія)**  
**Національний політехнічний університет Вірменії, Ванадзорська філія**  
**(Ванадзор, Вірменія)**  
**Константин Бранкузі університет Таргу-Жиу (Таргу-Жиу, Румунія)**  
**Політехнічний університет (м. Валенсія, Іспанія)**  
**Грузинський технічний університет (м. Тбілісі, Грузія)**  
**ДНВО «Центр» НАН Білорусі (м. Мінськ)**  
**Вища технічна школа механіки (Сербія)**  
**Технічний університет (м. Кишинів, Молдова)**

**МАТЕРІАЛИ**  
**XXIII МІЖНАРОДНОЇ**  
**НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**  
**«ФІЗИЧНІ ТА КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

**21 - 22 грудня 2017 року**

**м. Харків**

УДК 62-65: 621.382.82  
Ф 50

**Ф50 Фізичні та комп'ютерні технології.** Матеріали XXIII Міжнародної науково-практичної конференції, 21–22 грудня 2017, м. Харків. – Одеса: ОНПУ, 2018. – 229 с.

Представлено наукові праці, в яких розглянуто наукові концепції розвитку технології машинобудування, механічної і фізико-технічної обробки; інноваційні технології, обладнання та інструменти; проблеми динаміки та міцності машин, математики, механіки та управління; проблеми економіки промисловості.

Для спеціалістів промислового виробництва, науково-технічних працівників, економістів, студентів, аспірантів та викладачів.

**УДК 62-65: 621.382.82**

*Матеріали відтворено з авторських оригіналів*

© Колектив авторів, 2018  
© Одеський національний  
політехнічний університет, 2018

С. 19–23. 4. *Савченко Н.Ф.* Беспрессовая штамповка в системе ресурсо- и энергосберегающих технологий заготовительно-штамповочного производства / *Н.Ф. Савченко, В.Г. Чистяк, Н.Н. Савченко* // Вестник Инженерной академии Украины. – Киев, 2000. – С. 75–79. 5. *Савченко Н.Ф.* О проектировании техпроцессов гидровзрывной тонколистовой штамповки–вытяжки крупногабаритных деталей типа днищ / *Н.Ф. Савченко* // Импульсная обработка металлов давлением: сб. статей под ред. канд. техн. наук В.К. Борисевича. – М.: Машиностроение, 1977. – С. 51–56. 6. *Лимберг Э. А.* Экранирование оболочек от действия импульсивной нагрузки / *Э. А. Лимберг* // Самолетостроение и техника воздушного флота, вып. 10. Изд. Харьков. гос. ун-та, 1967. – С. 100–103. 7. *Савченко Н.Ф.* Изготовление крупногабаритных деталей емкостей и резервуаров / *Н.Ф. Савченко* // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. «Підвищення надійності відновлюємих деталей машин». – Харків: ХДТУСГ, 2003. – Вип. 18. – С. 179–183.

УДК 621.92.06

## **К ВЫБОРУ ПРОГРЕССИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЛОЖНО ПРОФИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА**

**Холодная А.В.**, студентка, **Савченко Н. Ф.**, канд. техн. наук, доц.  
(*Харьковский национальный экономический университет им. С. Кузнеця, Харьков, Украина*)

*Рассматриваются основные особенности выбора оборудования для лазерной резки деталей сложной формы на примере станка серии LTC75.*

*Розглядаються основні особливості вибору обладнання для лазерного різання деталей складної форми на прикладі верстата серії LTC75*

*The main features of the choice of equipment for laser cutting of parts of complex shape are considered on the example of the machine tool series LTC75*

При изготовлении машин и оборудования от 30 до 45 % материала заготовок и деталей идет в отходы (стружка, прибыли, облой, литниковые системы и др.). Для раскроя и резки металлов зачастую употребляется следующее оборудование: лазерное, плазменное и гидроабразивное, а также координатно-пробивные прессы, угловырубные прессы, комбинированные пресс-ножницы, линии продольно-поперечной резки, гильотинные ножницы. Поэтому с позиций ресурсо- и энергосбережения важен комплексный подход к выбору оборудования для резки. Можно считать приоритетными такие его характеристики как качество реза (точность и шероховатость поверхности, технологическое последствие в виде остаточных напряжений и зон термического влияния), производительность процесса, эксплуатационные расходы, сложность обслуживания.

Резка в отличие от других операций заготовительного процесса характеризуется зависимостью качества от энергосиловых параметров, влияющих также и на производительность процесса. Наибольшее применение для раскроя тонколистового материалов получила лазерная резка [1-5]. Это высокопроизводительный технологический процесс, обеспечивающий качественное и точное исполнение деталей и заготовок из листового металла. Лазерный раскрой применяется при изготовлении продукции самого различного назначения

– это и детали механизмов, запасные части всевозможных устройств, декоративные элементы, сувенирные изделия и прочее.

Лазерный раскрой металла осуществляется без механической деформации обрабатываемого материала, а температурное воздействие лазерного излучения локализовано в узкой зоне разреза. Эти факторы позволяют производить обработку требуемых участков изделия без воздействия на структуру остальной его части. Такой способ обработки позволяет проводить точное изготовление деталей с высоким уровнем качества поверхности реза, не требующим дальнейшей его обработки, благодаря чему достигается высокая производительность этой технологии в сравнении с другими способами обработки металлов вплоть до толщин металла 15–20 мм. На рис. 1 приведены полученные из известных источников данные о затратах различных термических способов резки [1–5]. Эти данные позволяют считать способ лазерной резки наиболее предпочтительным при резке металла толщинами до 5 мм.

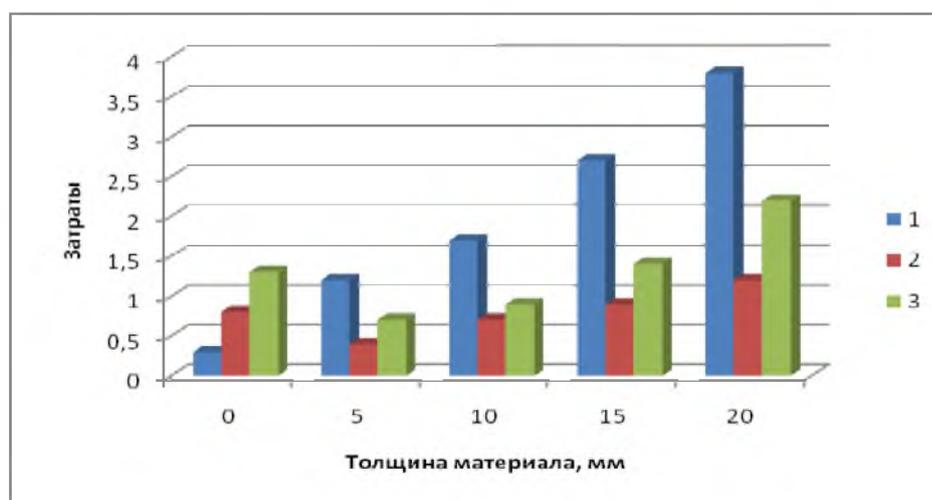


Рис. 1. Пример сравнительной оценки затрат при увеличении толщины разрезаемого материала разными методами: 1 – лазерным; 2 – плазменным; 3 – ацетилено-кислородным

Лазерная резка металла производится методом местного разогрева его поверхности сфокусированным в точку лучом лазера и разрушения участка материала. За счет концентрированной направленности энергии лазерного луча на очень маленькую поверхность и незначительного термического влияния на зону реза можно получить параллельные линии при очень малой ширине реза, примерно 0,07 – 0,15 мм. Нагревание материала происходит благодаря поглощению его поверхностного слоя малой доли падающего на него излучения. Образующая от этого пленка окислов способствует увеличению доли поглощаемой энергии, что приводит к резкому повышению температуры металла до точки его плавления.

С дальнейшим поглощением излучения происходит расплавление металла, и точка плавления углубляется внутрь материала. В последствие энергия луча увеличивает температуру нагрева до второй температуры разрушения – кипения, при которой металл начинает интенсивно испаряться. Это происходит до того момента, пока лист металла не будет полностью прорезан. Одновре-

менно с этим процессом в зону реза подается вспомогательный газ (сжатый воздух, кислород, аргон, азот и т.д.) под высоким давлением, он поддерживает горение металла (например, кислород вначале помогает предварительному окислению металла) при этом существенно сокращаются энергозатраты, увеличивается скорость реза и повышается толщина обрабатываемого металла. Также, благодаря применению газа, интенсивно охлаждается область зоны реза металла, выдуваются продукты горения и очищается рез, что приводит к получению качественной кромки детали.

Мощное излучение лазера происходит благодаря оптическим генераторам, которые генерируют импульсы лазерного излучения и позволяют производить лазерный рез листового материала с высокой скоростью потока лазерного луча. В зоне реза материала структура самого металла практически не меняется, что дает преимущество данной технологии по сравнению с плазменной резкой. Использование лазерной резки металла дает возможность получить более качественную и точную линию детали при высокой скорости ее изготовления.

Лазерное оборудование классифицируется по типу лазера, который может быть волоконным, газовым и твердотельным, а также его методом работы, который может быть непрерывным и импульсным. Для охлаждения лазера используется воздушный обдув или теплоносители.

Оборудование, которое применяется для лазерной резки, включает в себя специальный стол, над которым в его плоскости перемещается балка с установленной на ней режущей лазерной головкой. Позиционирование лазерной

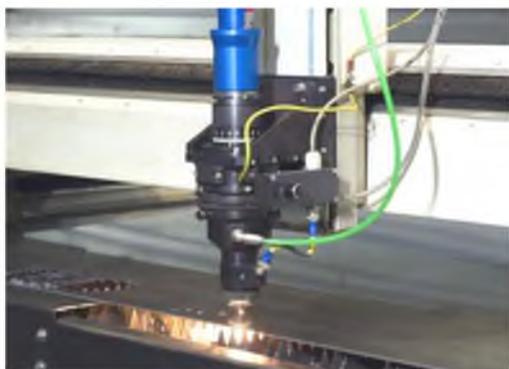


Рис. 2 – Лазерная резка металла

головки над обрабатываемым листом металла осуществляется высокоточной системой перемещения на линейном приводе по двум взаимно перпендикулярным направляющим, что позволяет получить высокую точность ( $\pm 0,01$  мм) линии контура детали, а также осуществляется перемещение самой лазерной головки в вертикальном направлении, что легко позволяет повторить линию изгиба тонколистового металла. Работой лазерной установки

управляет базовый компьютер по специально установленной программе раскроя.

Производится обработка листового черного металла толщиной до 10 мм, нержавеющей стали толщиной до 6 мм, листов из цветных металлов (в том числе меди) толщиной до 4 мм и труб диаметром до 80 мм, с высокой оперативностью выполнения работ и качеством обработки. Поле обработки: 2500×1250 мм. Раскрой в кислороде, азоте, аргоне. Для раскроя заказчик должен предоставить чертеж детали с указанием размеров в векторном формате. Файлы принимаются в форматах .dxf, .dwg, .cdr в масштабе 1:1.

Файл .dxf не должен содержать сплайнов, накладывающихся и пересекающихся контуров, разрывов контуров. Контур детали должен состоять из простых элементов: отрезок, дуга, окружность. На один из элементов контура

должен быть проставлен контрольный размер. Развертка должна представлять собой контур детали без линий сгиба, текста, размеров (кроме контрольного).

Программное обеспечение станка для лазерной резки позволяет осуществлять загрузку, обработку и выполнение файлов заданий, а также осуществлять загрузку и обработку файлов заданий в форматах распространенных САД систем или G-кодах. Управляющие чертежи-задания могут быть импортированы в виде HPGL- совместимых файлов (plt) или файлов .dxf из любых графических редакторов (САД-системы, AutoCAD, Corel-Draw, Компас и др.).



Рис. 3 – Станок лазерной резки LTC75 1000 и пример его настройки

Система управления станка лазерной резки позволяет возобновить процесс работы с момента непредвиденной остановки процесса обработки. В системе предусмотрена возможность импортировать и экспортировать чертежи в форматах DXF и DWG, тип системы программирования, стандартные G-коды. Программное обеспечение производит самодиагностику системы в процессе работы, выявлять неисправности и предупреждать их появление.

Преимуществом станков лазерной резки серии LTC75 является и то, что они оснащены системой слежения за поверхностью реза, что позволяет всегда получать высочайшее качество обработки вне зависимости от искривленности поверхности металла.

В системе слежения используется бесконтактный емкостной датчик положения с широкой частотой пропускания, что позволяет реагировать на мельчайшие изменения поверхности обрабатываемой детали.

Отслеживание начинается автоматически перед циклом резки. Таким образом, достигается высокая точность позиционирования, может быть исключена необходимость последующей механической обработки.

**Список литературы:** 1. Коваленко В.С. Лазерная технология: учебник / В.С. Коваленко. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1989. – 280 с. 2. Сухов В.В. Оптимизация конструктивно-технологического учета деталей заготовительно-штамповочного производства в авиастроении / В.В. Сухов. – К.: Техніка, 1997. – 159 с. 3. Григорьянц А.Г. Основы лазерной обработки материалов / А.Г. Григорьянц. – М.: Машиностроение, 1989. – 301 с. 4. Остаточные деформации и дефекты при лазерной резке / В.С. Майоров, С.В. Майоров, М.Д. Хоменко, Р.В. Гришов / [http:// www.laser.ru](http://www.laser.ru) 5. Гайдачук В.Е. Анализ эффективности технологии лазерной резки листовых деталей из цветных металлов в серийном авиационном производстве / В.Е. Гайдачук, А.И. Костенко // [https://www.khai.edu/csp/nauchportal/ Arhiv/VPPKLA/2010/ VPPKLA210/ Gaydachu.pdf](https://www.khai.edu/csp/nauchportal/Arhiv/VPPKLA/2010/VPPKLA210/Gaydachu.pdf).