

УДК 621.7

Особенности применения лазерных технологий на основе технологической платформы роботов 3-го поколения

Валеев Р.Р., Габутдинов Р.Р.

Руководитель: В.Д.Могилевец

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им.А.Н.Туполева-КАИ» г.Набережные Челны, Россия*

*Аннотация:* В статье описываются преимущества свойств лазерного излучения при использовании обработки лазером и перспективные области применения лазерных технологий на основе технологической платформы роботизированных комплексов 3-го поколения. На сегодняшний день все более широкое применение в промышленности получают лазерные технологии. Упрочнение металлов - один из возможных вариантов эффективного и экономичного применения лазеров. Главными преимуществами лазерной технологии являются значительное повышение прочности металлов (до 62 HRC), высокая скорость выполнения технологической операции по упрочнению, возможность автоматизации с использованием роботизированных систем, в частности большие возможности по адаптивному управлению процессом доступны автоматизированному комплексу третьего поколения по упрочнению штамповой оснастки.

*Ключевые слова:* лазерные технологии, роботы 3-го поколения

На сегодняшний день все более широкое применение в промышленности получают лазерные технологии. Упрочнение металлов - один из возможных вариантов эффективного и экономичного применения лазеров. Главными преимуществами лазерной технологии являются значительное повышение прочности металлов (до 62 HRC), высокая скорость выполнения технологической операции по упрочнению, возможность автоматизации с использованием роботизированных систем, в частности большие возможности по адаптивному управлению процессом доступны автоматизированному комплексу третьего поколения по упрочнению штамповой оснастки.

Ключевой и весьма ресурсоёмкой стадией крупного машиностроительного производства является изготовление заготовок методомковки в закрытых штампах, что подразумевает наличие, использование и поддержание в рабочем состоянии большой палитры штамповых оснасток. Несмотря на специальный подбор материалов, применяемых для изготовления штамповых оснасток, цикл их межремонтного использования, в зависимости от применяемого вида штамповки, составляет от 700 до 30 000 технологических операций. Таким образом, перед производством постоянно возникает задача по возобновлению оснастки и ремонту возникающих дефектов ковочных штампов (таких как: износ кромок, занижение поверхности, наплыв, искажение радиусов и т.п.). Одним из решений задачи является проведение упрочнения вновь изготовленных или восстановленных штамповых оснасток, что позволяет

увеличить стойкость оснастки и уменьшить количество ремонтов. Увеличение периода эксплуатации обеспечивается повышением стойкости штампа к образованию новых дефектов, что, в свою очередь, достигается целенаправленным воздействием на участки, наиболее подверженные образованию дефектов для повышения их прочностных характеристик. Существующие технологии упрочнения позволяют добиться увеличения прочности, однако, связаны с ресурсоемким, энергозатратным и, в большей части, неавтоматизированным процессом, большой продолжительностью и высокой стоимостью.

На сегодняшний день все более широкое применение в промышленности получают лазерные технологии. Упрочнение металлов - один из возможных вариантов эффективного и экономичного применения лазеров. Главными преимуществами лазерной технологии являются значительное повышение прочности металлов (до 62 HRC), высокая скорость выполнения технологической операции по упрочнению, возможность автоматизации с использованием роботизированных систем, в частности большие возможности по адаптивному управлению процессом доступны автоматизированному комплексу третьего поколения по упрочнению штамповой оснастки.

Роботизированный комплекс третьего поколения с волоконным лазером по упрочнению рабочих частей штамповой оснастки (в дальнейшем «штамп») предназначен для проведения работ по измерению поверхности штампа, обнаружению мест, требующих упрочнения, упрочнения рабочих поверхностей штампов (новых и восстановленных) с применением лазерных технологий и волоконного лазера производства ООО Научно-технического объединения «ИРЭ-Полус» и последующим контролем мест, прошедших упрочнение.

#### Преимущества свойств лазерного излучения при использовании обработки лазером

В настоящее время известны модели волоконных технологических лазеров мощностью до 100 кВт. Эти устройства имеют невысокую стоимость, компактны, удобны для сопряжения с магистральным волокном при минимуме вносимых потерь. Сегодня эти устройства достигли уровня характеристик, в первую очередь, мощности, надежности, позволяющих с успехом использовать их для решения различных задач лазерной обработки материалов. Они представляют собой практически идеальные преобразователи световой энергии лазерных диодов накачки в лазерное излучение с рекордным КПД, по сравнению, например, с твердотельными Nd:YAG и газовыми CO<sub>2</sub>-лазерами.

В последнее время волоконные лазеры активно вытесняют традиционные лазеры из таких областей применения, как, например, лазерная резка и сварка материалов, маркировка и обработка поверхностей, передача данных. Их используют в лазерных дальномерах и трехмерных локаторах, аппаратуре для телекоммуникаций, в медицинских установках и других сферах.

Свойства лазерного излучения, как универсального инструмента, проявляются в самых различных технологических возможностях обработки материалов – универсальности, гибкости, локальности обработки в пространстве

и во времени, производительности, прецизионности, селективности, корпоративности, «безызносности». Универсальность лазерного излучения, как технологического инструмента, проявляется в том, что его можно применять для ведения различных технологических процессов – резки, сварки, термообработки, легирования, прошивки отверстий, абляции, наплавки и т.д.

В условиях производства очень важным фактором является возможность быстрого перехода с обработки одного вида деталей на другой или перехода с одного рабочего места на другое. Лазерный пучок в сочетании с современными средствами компьютерного управления позволяет реализовать эти возможности. Перевод лазерной обработки материалов с одного рабочего места на другое, или с одного технологического процесса на другой может происходить за несколько секунд, в этом проявляется гибкость лазера, как технологического инструмента. Особенно ярко это свойство лазера проявляется при использовании его с оптоволоконными системами. Локальность обработки в пространстве и во времени заключается в возможности сосредоточить энергию лазерного излучения мощностью в мегаватты в объеме от нескольких десятков до нескольких сот микрон и во времени несколько десятков пикосекунд. Столь высокая локальность позволяет обрабатывать строго определенные участки детали с минимальными зонами термического влияния.

Прецизионность перемещения пучка лазера в пространстве обеспечивается компьютерными системами управления и механизмами перемещения, например, моторизованными оптическими системами лазерных головок, роботами, координатными столами, которые обеспечивают микронную точность позиционирования. Столь высокие точности перемещений позволяют изготавливать с помощью лазера прецизионные детали машин и механизмов и обеспечивать высокую размерную воспроизводимость технологических процессов. Высокая достижимая скорость резки - до 100 м/мин, скорость сварки до 18 м/мин, скорость термообработки до 200 см<sup>2</sup>/мин позволяют судить о лазерном пучке, как о высокопроизводительном обрабатывающем инструменте.

Одним из уникальных свойств лазерного излучения является его селективное воздействие на вещество. Именно на селективности воздействия лазерного излучения на атомы и молекулы построена быстроразвивающаяся наука – лазерная фотохимия. Селективное свойство лазерного излучения нашло применение в лазерной стереолитографии, то есть получении объемных изделий по из проецируемым изображениям. Лазерная стереолитография построена на свойствах определенных жидкостей практически мгновенно полимеризоваться под действием лазерного излучения с определенной длиной волны.

Корпоративные свойства лазерного излучения проявляются в возможности эффективной интеграции лазерного излучения с различными технологическими источниками энергии – дуговыми, плазменными, индукционными, световыми, ультразвуковыми. Такое объединение позволяет получить новое качество, которое проявляется в виде расширения технологических возможностей [7] процессов обработки материалов. Например, увеличение скорости гибридной сварки превосходит простое сложение скоростей сварки каждого исходного

процесса, и происходит за счет общего увеличения эффективности технологического процесса.

Лазерный луч, как технологический инструмент, не подвержен износу, в отличие, например, от резца или фрезы, применяющихся при механической обработке. Эффект «безызнаемости» дает пучку лазера большие экономические преимущества, и обеспечивает высокую воспроизводимость технологических процессов, обеспечивает обработку самых твердых и прочных материалов. Необходимо отметить еще одно из достоинств лазерной обработки – это высокая пространственная разрешающая способность при воздействии на материал, обеспечивающая формирование структур или функциональных элементов с геометрическими размерами применительно к решению задач микротехнологии (размеры элементов  $10_{-4} \dots 10_{-6}$  м) и нанотехнологии (размеры элементов  $10_{-7} \dots 10_{-9}$  м). Очень интересным свойством лазерного пучка, как технологического инструмента, является также то, что на него не действуют высокие и низкие температуры, очень слабо влияют электрические и магнитные поля, то есть пучок лазера устойчив ко многим внешним физическим воздействиям.

Учитывая указанные свойства лазерного излучения, можно выделить следующие перспективные направления применения лазерных технологий:

1. Упрочнение штамповой оснастки: локальная закалка крупных штампов [5] из чугуна ХРТД и средних из стали Х12М (для листового металла); закалка лазером взамен азотирования [6] для ковочных штампов из стали 5Х2МНФ, 4Х5МФС;

2. Применение наплавки лазером вставок ковочного штампа из стали 5Х2МНФ, 4Х5МФС;

3. Очистка металлических поверхностей от различных загрязнений (технология абляции);

4. Применение аддитивной технологии (послойное наращивание);

5. Применение лазерной резки и сварки объемных деталей сложной формы.

6. Маркировка

7. Лазерное легирование – азотирование, борирование и т.д.

Из указанных направлений следует определить приоритеты для расчета экономического эффекта.

#### Библиографический список:

1. Семёнов, А. Ю. Совершенствование термической обработки штампов стали 4Х5МФС // Молодёжь и наука: Сборник материалов VI Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных [Электронный ресурс]. — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2011.: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2010/section16.html>
2. Роботы третьего поколения // Большая энциклопедия нефти и газа URL: <http://www.ngpedia.ru/id402688p1.html>.

3. Смирнов В.Н., Скрипченко А.И., Медвецкий В.М. Очистка лазерным излучением // РИТМ, май, 2008. С. 64-66.
4. Техническое решение по интеграции волоконного лазера и роботизированного комплекса третьего поколения. Техническое задание, разработчик ООО «Эйдос», 2013
5. Савин И.А., Марков В.В. Нищенков А.В. Плохов С.В. Методика теоретического расчета поверхностного натяжения металлических расплавов на основе физической модели энергетического состояния жидкости // "Справочник. Инженерный журнал" (с приложением) М.-2014. -№ 5. с.48-52
6. Гавариев Р.В., Леушин И.О., Савин И.А. Анализ влияния теплового баланса на показатель эксплуатационной стойкости пресс-форм для литья под давлением // Заготовительные производства в машиностроении. М. 2016. №1. С.7-9
7. Savin I.A. Los rasgos las elecciones del material de la parte que corta del instrumento al diseñado del tratamiento por el corte [Текст] // Modern scientific researches and innovations. 2015. №1 p.222-225 [Electronic journal]. URL: <http://web.snauka.ru/en/issues/2015/01/46088>