ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58432— 2019

ЛАЗЕРНОЕ ТЕРМОУПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Технологический процесс

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Научно-исследовательский институт физической оптики, оптики лазеров и информационных оптических систем Всероссийского научного центра «Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова» (ФГУП «НИИ-ФООЛИОС ВНЦ «ГОИ им. С.И. Вавилова») и Обществом с ограниченной ответственностью «Новые технологии лазерного термоупрочнения» (ООО «НТЛТ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 296 «Оптика и фотоника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 сентября 2019 г. № 823-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2019

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЛАЗЕРНОЕ ТЕРМОУПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Технологический процесс

Laser heat-hardening of machinery parts. Technological process

Дата введения — 2020—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к технологическому процессу лазерного термоупрочнения деталей машиностроения, изготовленных из конструкционных сталей.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 12.1.003 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.005 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.1.007 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.012 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.019 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

ГОСТ 12.1.030 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление

ГОСТ 12.1.040 Система стандартов безопасности труда. Лазерная безопасность. Общие положения

ГОСТ 12.2.003 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.3.002 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.4.010 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия

ГОСТ 12.4.026 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ 12.4.308 (EN 207:2009) Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты глаз. Очки для защиты от лазерного излучения. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 9378 (ИСО 2632-1—85, ИСО 2632-2—85) Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия

Издание официальное

ГОСТ 9450 Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников

ГОСТ 15150 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 19300 Средства измерений шероховатости поверхности профильным методом. Профилографы-профилометры контактные. Типы и основные параметры

ГОСТ 25706 Лупы. Типы, основные параметры. Общие технические требования

ГОСТ 31581 Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий

ГОСТ 31993 (ISO 2808:2007) Материалы лакокрасочные. Определение толщины покрытия

ГОСТ IEC 60825-1 Безопасность лазерной аппаратуры. Часть 1. Классификация оборудования, требования и руководство для пользователей

ГОСТ ЕН 12626 Безопасность металлообрабатывающих станков. Станки для лазерной обработки

ГОСТ Р 51057 Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний

ГОСТ Р 55710 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений

ГОСТ Р 58374 Лазерное термоупрочнение деталей машиностроения. Требования к аттестации технологического процесса

ГОСТ Р 58375 Лазерное термоупрочнение деталей машиностроения. Термины и определения

СП 52.13330 «СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение»

СП 60.13330 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил можно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 58375, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

упрочнение: Повышение сопротивляемости материала или заготовки разрушению или остаточной деформации.

[ГОСТ 18295—72, статья 1]

3.2

поверхностное упрочнение: Упрочнение изменением свойств поверхностного слоя.

[ГОСТ 18295—72, статья 3]

3.3

технологический процесс: Часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда.

[ГОСТ 3.1109—82, статья 1]

3.4

обрабатываемая поверхность: Поверхность, подлежащая воздействию в процессе обработки.

[ГОСТ 3.1109—82, статья 5]

3.5

технологическое оборудование: Средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещают материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка.

[ГОСТ 3.1109—82, статья 93]

3.6

технологический режим: Совокупность значений параметров технологического процесса в определенном интервале времени.

[ГОСТ 3.1109—82, статья 66]

3.7 **технологический режим лазерного термоупрочнения:** Совокупность значений энергетических, механических и временных параметров технологического процесса лазерного термоупрочнения в режиме автоматического или ручного управления.

3.8 **лазерное термоупрочнение:** Поверхностная упрочняющая термическая обработка с применением лазерного излучения в качестве источника нагрева.

3.9 **зона лазерного воздействия:** Поверхностный слой материала детали с измененными структурой и свойствами в результате термического воздействия лазерного излучения.

3.10 **зона упрочнения:** Часть зоны лазерного воздействия с твердостью, превышающей твердость материала детали до лазерного термоупрочнения.

3.11 **толщина поверхностно-упрочненного слоя:** Кратчайшее расстояние по нормали от обрабатываемой поверхности детали до ближайшей поверхности с твердостью, соответствующей твердости материала детали до лазерного термоупрочнения.

3.12 **триботехнический рисунок лазерного термоупрочнения:** Геометрическая схема расположения зон упрочнения на обрабатываемой поверхности.

4 Обозначения и сокращения

4.1 Обозначения конструктивных элементов зон упрочнения:

d — ширина зоны упрочнения на обработанной поверхности;

d_t — ширина зоны лазерного воздействия на обработанной поверхности;

Δd — ширина перекрытия зон упрочнения на обработанной поверхности;

h — толщина зоны упрочнения;

$K_п$ — коэффициент перекрытия зон упрочнения;

S — шаг упрочнения;

ΔS — расстояние между зонами упрочнения.

4.2 Обозначения основных параметров технологического процесса лазерного термоупрочнения приведены в приложении А.

4.3 В настоящем стандарте приняты следующие сокращения:

КД — конструкторская документация;

ЛТ — лазерное термоупрочнение;

ТД — технологическая документация;

ТП — технологический процесс лазерного термоупрочнения;

ТР — технологический режим лазерного термоупрочнения.

5 Требования к технологическому оборудованию и материалам

5.1 Технологическое оборудование оснащают твердотельными и газовыми лазерами, энергетические характеристики которых обеспечивают получение требуемых структурных изменений в поверхностном слое детали под воздействием лазерного излучения.

5.2 Технологическое оборудование должно обеспечивать высокую стабильность ТР. Допускаемые отклонения значений параметров ТР от номинальных приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение, %, не более
Мощность лазерного излучения в течение: - 2 ч - 8 ч	 ± 2,0 ± 2,5
Плоские поверхности	
Скорость перемещения детали или фокусирующей оптической головки в течение 8 ч	± 1,0
Цилиндрические поверхности	
Скорость вращения детали в течение 8 ч	± 1,0
Скорость продольного перемещения детали или фокусирующей оптической головки в течение 8 ч	± 1,0

5.3 Технические требования к лазерному оборудованию приведены в приложении Б.

5.4 Климатическое исполнение технологического оборудования УХЛ4 — по ГОСТ 15150.

5.5 Технологическое оборудование должно быть полностью или частично автоматизированным, обеспечивая полный контроль параметров ТР.

5.6 Технологическая оснастка должна быть изготовлена из негорючего материала, обеспечивать надежное крепление обрабатываемой детали и точность ее позиционирования в соответствии с ТП.

5.7 Используемые материалы сторонних поставщиков должны иметь сертификаты. Входной контроль материалов проводят в установленном на предприятии порядке.

6 Требования к обрабатываемой поверхности и покрытию

6.1 Поверхность обрабатываемой детали должна быть без заусенцев, расслоений, трещин, механических повреждений.

Исходная шероховатость обрабатываемой поверхности должна соответствовать установленной в КД.

Обрабатываемая поверхность должна быть тщательно очищена от следов жировых пленок, окалины и других загрязнений.

6.2 На обрабатываемую поверхность может быть нанесено поглощающее покрытие для уменьшения доли отраженного и рассеянного лазерного излучения и повышения эффективности процесса.

Поглощающее покрытие должно быть равномерным, без наплывов, разрывов и загрязнений.

Состав и толщину поглощающего покрытия указывают в ТД. Метод определения толщины покрытия — по ГОСТ 31993 (для лакокрасочных покрытий). Для других видов покрытий толщина определяется технологическим процессом их нанесения и КД.

6.3 Контроль качества очистки поверхности, состав и толщину поглощающего покрытия, способ его нанесения и метод контроля устанавливают в ТД предприятия.

7 Последовательность выполнения технологических операций

7.1 Технологические операции выполняют в соответствии с 7.1.1—7.1.7.

7.1.1 Подготовка к работе технологического оборудования и оснастки.

7.1.2 Закрепление детали технологической оснасткой.

7.1.3 При ручном или полуавтоматическом режиме управления:

- перемещение фокусирующей оптической головки в рабочую зону к месту начала ТП;
- установка фокусирующей оптической головки с фокусным расстоянием F со смещением относительно обрабатываемой поверхности детали ΔF (рисунок 1);
- установка значений параметров ТР;
- запуск ТП;
- проведение визуального контроля ТП через видеоконтрольное устройство;
- остановка ТП;
- отведение фокусирующей оптической головки в нерабочую зону.

7.1.4 При автоматическом режиме управления:
- запуск ТП;
- остановка ТП.

7.1.5 Снятие детали, при необходимости ее охлаждение до температуры ниже 40 °С и передача на очистку от остатков поглощающего покрытия, в случае его нанесения.

7.1.6 Проведение контроля качества обработанной поверхности.

7.1.7 Передача детали для выполнения последующих доводочных операций, предусмотренных в КД и/или ТД.

8 Принципиальная технологическая схема

8.1 Принципиальная схема ТП приведена на рисунке 1.

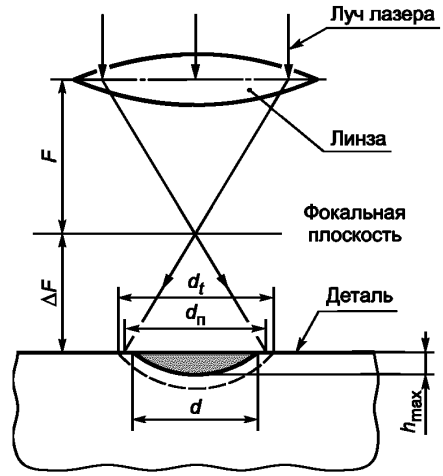
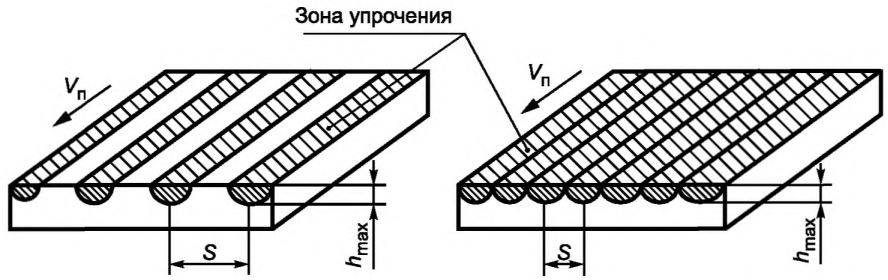


Рисунок 1

От источника лазерного излучения луч лазера направляется по оптической транспортной системе к фокусирующей головке и затем на обрабатываемую поверхность детали.

8.2 ТП осуществляют следующими способами:
- перемещением фокусирующей оптической головки относительно неподвижной детали;
- перемещением детали относительно неподвижной фокусирующей оптической головки;
- одновременным перемещением фокусирующей оптической головки и детали.

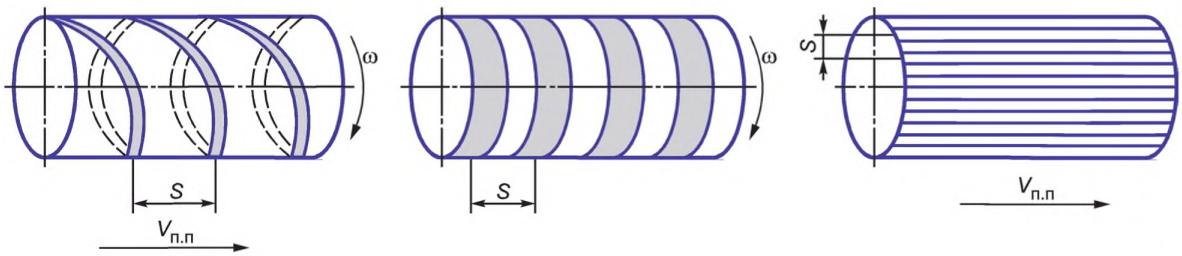
8.2.1 Упрочнение плоских деталей осуществляют перемещением пятна лазерного излучения по обрабатываемой поверхности с выбранной скоростью и по заданной траектории, определяемой конфигурацией обрабатываемой поверхности и наносимым триботехническим рисунком. При этом задают скорость перемещения детали или фокусирующей оптической головки $V_п$. Возможные схемы расположения зон ЛТ на плоской поверхности показаны на рисунке 2. После наложения каждой полосы деталь или фокусирующую оптическую головку периодически смещают в поперечном направлении на шаг S.



а) Без перекрытия зон упрочнения б) С расположением зон упрочнения встык

Рисунок 2 — Триботехнические рисунки лазерного термоупрочнения плоской поверхности

8.2.2 Упрочнение деталей цилиндрической формы осуществляют перемещением пятна лазерного излучения относительно обрабатываемой поверхности по винтовой линии, по окружности в виде кольцевых полос или по образующей цилиндра (рисунок 3). Для этого задают скорость продольного перемещения детали или фокусирующей оптической головки $V_{п.п}$ и скорость вращения детали ω. При формировании зон упрочнения в виде кольцевых и продольных полос перемещение детали или фокусирующей оптической головки в продольном направлении и вращение детали соответственно осуществляют периодически для смещения на шаг *S*.

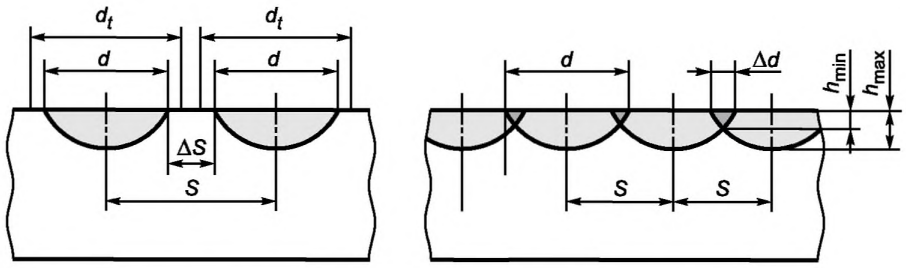


а) В виде спиральной полосы б) В виде кольцевых полос в) В виде продольных полос

Рисунок 3 — Триботехнические рисунки лазерного термоупрочнения цилиндрической поверхности

8.3 Обработку проводят с перекрытием и без перекрытия зон упрочнения (рисунок 4) в зависимости от требований, предъявляемых к эксплуатационным свойствам детали. Степень перекрытия характеризует коэффициент перекрытия $K_п$, вычисляемый по формуле

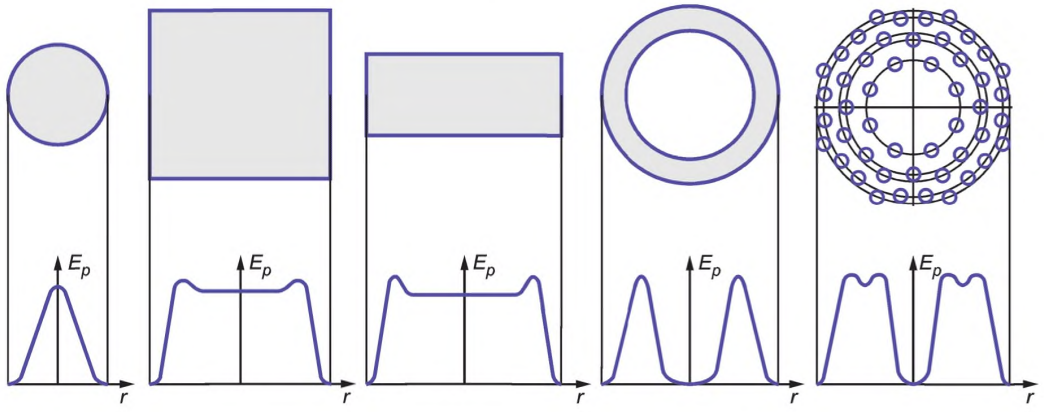
$$K_п = \frac{\Delta d}{d}. \quad (1)$$



а) Без перекрытия зон упрочнения б) С перекрытием зон упрочнения

Рисунок 4 — Конструктивные элементы зон упрочнения при разных вариантах ТП

8.4 ТП может быть реализован при различных формах распределения излучения на выходе лазера или на входе в оптическую фокусирующую систему. Это распределение может иметь форму круга, квадрата, прямоугольника и кольца или мозаичную форму при использовании многолучевого лазера (рисунок 5). Кроме того, на рисунке 5 показано соответствующее распределение плотности мощности лазерного излучения E_p в пятне после фокусировки, получаемое на обрабатываемой поверхности. Данные обстоятельства необходимо учитывать при выборе режимов обработки в зависимости от массогабаритных характеристик обрабатываемых деталей.



а) Распределение Гаусса | б) Равномерное | в) Равномерное | г) Кольцевое | д) Мозаичное

Рисунок 5 — Распределение плотности мощности лазерного излучения

Оптимальное распределение плотности мощности излучения по сечению лазерного пучка в многолучевых системах приведено в приложении В.

9 Способы проведения технологического процесса

ТП может быть проведен:

- с оплавлением и без оплавления поверхности;
- последующей механической обработкой и без нее. При проведении механической обработки следует учитывать уменьшение толщины поверхностно-упрочненного слоя. Механическая обработка по окончании ТП должна соответствовать требованиям КД и ТД.

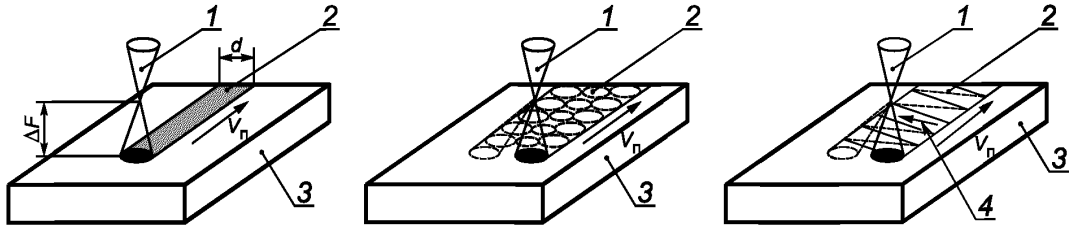
Примечание — Тип доводочных механических операций и толщину снимаемого поверхностно-упрочненного слоя определяют после проведения металлографического анализа обработанного контрольного образца (образца-свидетеля) или неразрушающего контроля толщины поверхностно-упрочненного слоя и измерения шероховатости обработанной поверхности;

- перекрытием и без перекрытия зон упрочнения, как в продольном, так и в поперечном направлении. Значения $K_п$ определяют на основе проведения эксплуатационных испытаний, выбора триботехнического рисунка, обеспечивающего минимальный износ детали, и в соответствии с требованиями КД;
- под углом к обрабатываемой поверхности при упрочнении деталей сложной пространственной конфигурации с труднодоступными местами (например, галтелями);
- сканированием пучка лазерного излучения на обрабатываемой поверхности.

10 Требования к технологическим режимам

10.1 ТП проводят в непрерывном или импульсном режиме работы лазера без сканирования лазерного пучка [рисунок 6 а), б)] или со сканированием лазерного пучка [рисунок 6 в)].

10.2 Выбор ТР осуществляют с учетом требований КД и ТД.



а) Непрерывный режим б) Импульсный режим в) Режим упрочнения со сканированием пучка лазерного излучения в поперечном направлении

1 — пучок лазерного излучения; *2* — зона упрочнения на обрабатываемой поверхности; *3* — обрабатываемая деталь; *4* — направление сканирования пучка лазерного излучения

Рисунок 6 — Схемы проведения процесса при различных режимах работы лазера

10.3 Выбор параметров ТП — в соответствии с приложением А.

10.4 Степень неравномерности распределения плотности мощности (энергии) лазерного излучения по сечению лазерного пучка — не более ± 10 %.

10.5 Допускаемые отклонения значений параметров ТР от номинальных приведены в таблице 1.

11 Контроль качества

11.1 Качество ЛТ деталей должно соответствовать требованиям КД.

11.2 Контролю подлежат обработанная поверхность и характеристики поверхностно-упрочненного слоя детали.

11.3 Параметры и нормы оценки качества поверхностно-упрочненного слоя, а также методы и объем контроля устанавливают в КД и/или ТД с учетом требований ГОСТ Р 58374.

11.4 Контроль качества ЛТ деталей проводят по методике, утвержденной в установленном порядке и входящей в состав ТД предприятия.

Для оценки качества ЛТ деталей проводят:

- визуальный контроль обработанной поверхности;
- контроль параметров шероховатости обработанной поверхности;
- металлографическое исследование зоны лазерного воздействия;
- измерение микротвердости по толщине зоны лазерного воздействия;
- разрушающие испытания для определения механических и/или других свойств материала детали после проведения ЛТ.

11.4.1 Визуальным контролем без применения или с применением лупы по ГОСТ 25706 с увеличением 10× проверяют отсутствие дефектов обработанной поверхности: трещин, прожогов, вскрытых дефектов в виде пор.

11.4.2 Контроль шероховатости поверхности проводят сравнением с образцами шероховатости по ГОСТ 9378 (для поверхностей, обработанных без оплавления) или измерением параметров шероховатости профилографом-профилометром по ГОСТ 19300 (для поверхностей, обработанных с оплавлением). Шероховатость обработанной поверхности должна соответствовать требованиям КД.

11.4.3 Измерения микротвердости по ГОСТ 9450 и металлографическое исследование применяют для проверки соответствия характеристик поверхностно-упрочненного слоя требованиям КД. Заготовки для микрошлифов вырезают из контрольного образца. Требования к контрольному образцу устанавливают в методике контроля качества ЛТ с учетом требований ГОСТ Р 58374.

Металлографическое исследование и измерения микротвердости проводят при выборе и контроле ТР. Периодичность контроля ТР устанавливают в ТД предприятия.

Контроль толщины поверхностно-упрочненного слоя может быть проведен с применением приборов неразрушающего контроля. В спорных случаях определяющими являются результаты металлографического исследования и измерений микротвердости.

11.4.4 При необходимости могут быть дополнительно проведены неразрушающий контроль и разрушающие испытания. Вид и объем неразрушающего контроля и разрушающих испытаний — по ГОСТ Р 58374.

11.5 Контроль качества ЛТ деталей должен проводить специалист, прошедший аттестацию и имеющий квалификационное удостоверение (сертификат).

11.6 Применяемые средства измерений должны быть поверены или калиброваны.

11.7 Результаты контроля качества ЛТ вносят в протоколы аттестации по ГОСТ Р 58374.

12 Требования безопасности

12.1 Лазерное технологическое оборудование должно соответствовать требованиям ГОСТ 31581, ГОСТ ЕН 12626, ГОСТ 12.1.040, ГОСТ 12.2.003 и [1].

Конструкция технологического оборудования и оснастки должна обеспечивать защиту окружающей среды и обслуживающего персонала лазерного оборудования от отраженного лазерного излучения (диффузного или зеркального).

Требования к размещению и эксплуатации лазерного технологического оборудования — по ГОСТ 31581.

На дверях помещений и лазерном технологическом оборудовании, на излучателе и в зоне обработки должны быть нанесены предупреждающие знаки W10 по ГОСТ 12.4.026.

12.2 Требования электробезопасности к технологическому оборудованию и оснастке — по ГОСТ 12.1.019 и [2], правила безопасности при эксплуатации электроустановок — по [3].

Технологическое оборудование должно быть заземлено. Сечение заземляющих проводов должно быть не менее сечения проводов (кабелей) питающей сети, электрическое сопротивление между шиной заземления и узлами технологического оборудования, которые могут оказаться под напряжением, должно быть не более 0,1 Ом по ГОСТ 12.1.030 и [3].

На электрооборудовании, дверцах силовых щитков, электротехнических шкафах должны быть нанесены предупреждающие знаки W08 по ГОСТ 12.4.026.

13 Безопасность технологического процесса

13.1 ТП должен соответствовать требованиям ГОСТ 12.3.002 с дополнениями, приведенными в 13.1.1—13.1.5.

13.1.1 Уровни лазерного излучения на рабочем месте не должны превышать предельно допустимых значений, установленных в [1].

13.1.2 Уровни шума и нормы вибрации на рабочем месте не должны превышать предельно допустимых значений по ГОСТ 12.1.003 и ГОСТ 12.1.012 соответственно.

13.1.3 Содержание вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций по ГОСТ 12.1.005 и ГОСТ 12.1.007.

13.1.4 Вентиляция производственных помещений должна удовлетворять требованиям СП 60.13330. Допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне — по ГОСТ 12.1.005.

13.1.5 Нормы естественного и искусственного освещения рабочей поверхности — по ГОСТ Р 55710 и СП 52.13330.

Поверхности ограждений и перемещающихся узлов технологического оборудования должны быть окрашены в сигнальные цвета по ГОСТ 12.4.026.

13.2 Требования безопасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением, — в соответствии с [4].

13.3 Требования пожарной безопасности — по ГОСТ 12.1.004, правила противопожарного режима в производственном помещении — по [5]. Производственные помещения должны быть оснащены переносными огнетушителями типа ОУ по ГОСТ Р 51057.

Для указания места нахождения огнетушителя или направления движения к этому месту следует использовать соответственно основной F04 или комбинированный знак пожарной безопасности по ГОСТ 12.4.026.

13.4 Требования к персоналу, эксплуатирующему и обслуживающему лазерное технологическое оборудование и электроустановки, — по ГОСТ 31581.

Персонал, работающий на лазерном технологическом оборудовании, должен быть обеспечен защитными очками по ГОСТ 12.4.308 и рукавицами по ГОСТ 12.4.010.

13.5 Подъем и перемещение деталей массой более 16 кг проводят с применением подъемных механизмов.

Приложение А
(обязательное)

Основные параметры технологического процесса лазерного термоупрочнения

Основные параметры ТП приведены в таблице А.1.

Таблица А.1

Наименование параметра, единицы измерения	Обозначение
Фокусное расстояние фокусирующей оптической головки, мм	F
Смещение по нормали фокальной плоскости относительно обрабатываемой поверхности, мм	ΔF
Размер пятна лазерного излучения на обрабатываемой поверхности, мм	$d_{п}$
Импульсный режим работы лазера	
Энергия импульса лазерного излучения, Дж	$W_{и}$
Длительность импульса лазерного излучения, с	τ_i
Частота следования импульсов, Гц	f_i
Форма импульса*	Задает оператор
Непрерывный режим работы лазера	
Мощность лазерного излучения, Вт	p
Распределение плотности мощности лазерного излучения по пятну на обрабатываемой поверхности для обоих режимов работы лазера	Близкое к равномерному распределению
Сканирование пучка лазерного излучения	
Амплитуда сканирования, мм	A
Частота сканирования, Гц	f
Распределение плотности мощности лазерного излучения по пятну на обрабатываемой поверхности	Близкое к распределению Гаусса или к равномерному распределению
Плоские поверхности	
Скорость перемещения детали или фокусирующей оптической головки, мм/с	$V_{п}$
Цилиндрические поверхности	
Угловая скорость, $с^{-1}$	ω
Скорость продольного перемещения детали или фокусирующей оптической головки, мм/с	$V_{п.п}$
* Если предусмотрено источником питания и системой управления.	

Приложение Б
(рекомендуемое)

Технические требования к лазерному оборудованию

Б.1 Технические требования к лазерному оборудованию приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1

Наименование параметра		Значение
Нестабильность мощности излучения лазера,%, не более	В течение 2 ч	± 2,0
	В течение 8 ч	± 2,5
Напряжение питания, В		380 (три фазы)
Частота питающего напряжения, Гц		50
Внешние входы (с защитными блокировками)		
Напряжение цифрового входа, В		24
Диапазон входного аналогового напряжения, В		0—10
Рабочий диапазон температуры воздуха, °С		От + 5 до + 45
Диапазон температуры воздуха при хранении, °С		От − 40 до + 75
Верхний предел относительной влажности* воздуха при температуре + 40 °С, %, не более		95
Степень защиты		IP54
Класс безопасности лазера по ГОСТ IEC 60825-1		4
* Конденсация влаги не допускается.		

Б.2 Оборудование должно быть оснащено:
- лазерной оптикой;
- интерфейсом Ethernet RS232;
- телесервисом;
- пилотным лазером;
- пирометром;
- камерой видеонаблюдения;
- программным обеспечением для ПК.

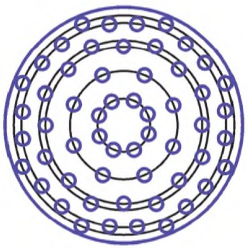
Приложение В
(справочное)

Распределение плотности мощности излучения в многолучевых системах

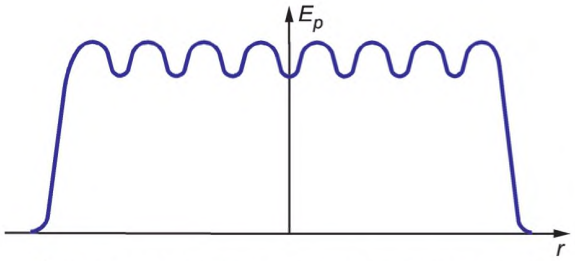
Оборудование для лазерного поверхностного упрочнения должно обеспечивать оптимальное для термообработки распределение плотности мощности излучения по сечению лазерного пучка. Это может быть достигнуто за счет применения многоканальных (многолучевых) излучателей или специальных оптических систем.

Многолучевая лазерная система — это лазер, излучение которого состоит из отдельных лазерных пучков с заданным оптимальным для термообработки распределением плотности мощности по сечению, обеспечивающим получение однородной структуры в поверхностных слоях обрабатываемого материала. Многолучевые системы могут быть выполнены на основе волоконных, диодных, CO_2-лазеров, а также лазеров других типов.

Распределение плотности мощности излучения по сечению лазерного пучка в пятне фокусировки для многолучевых систем показано на рисунках В.1—В.3.

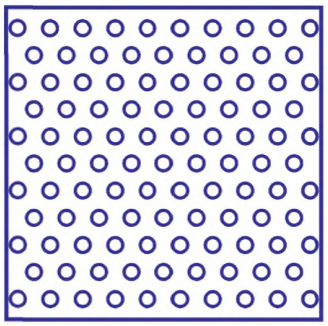


а) Форма лазерного пучка в виде круга

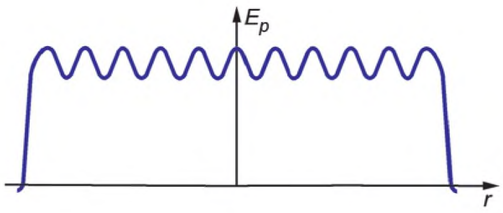


б) Распределение плотности мощности в пятне фокусировки

Рисунок В.1

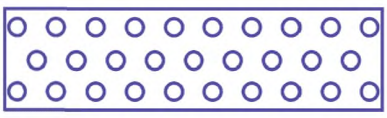


а) Форма лазерного пучка в виде квадрата

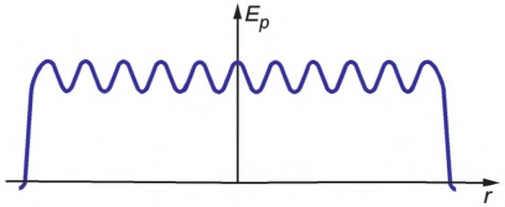


б) Распределение плотности мощности в пятне фокусировки

Рисунок В.2



а) Форма лазерного пучка в виде прямоугольника



б) Распределение плотности мощности в пятне фокусировки

Рисунок В.3

Библиография

[1] СанПиН 5804-91 Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров

[2] Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утверждены приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 13 января 2003 г. № 6)

[3] ПОТ Р М-016-2001 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок

[4] ПБ 10-115—96 Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением

[5] Правила противопожарного режима в Российской Федерации (утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. № 390)

УДК 621.785:006.354 ОКС 25.200

Ключевые слова: лазерное термоупрочнение, технологический процесс, зона упрочнения, поверхностное упрочнение, технологический режим, технологическое оборудование

БЗ 10—2019/60

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.С. Кабашова*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 03.10.2019. Подписано в печать 15.10.2019. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,60.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru