

УДК 620.179.118:621.791

Микрогеометрия поверхности и микроструктура газлазерного реза двухслойного стального материала

В.В. Измайлов, Д.А. Барчуков, М.В. Новоселова, Л.Е. Афанасьева

Тверской государственный технический университет,
наб. Аф. Никитина, 22, г. Тверь 170026, Россия

Поступила в редакцию 15.02.2021.

После доработки 19.08.2021.

Принята к публикации 20.08.2021.

Технология газлазерной резки имеет ряд преимуществ перед другими методами разделения материалов. Снижение шероховатости поверхности реза является практически важной задачей, так как параметры шероховатости оказывают существенное влияние на эксплуатационные свойства функциональных поверхностей. В статье представлены результаты комплексной оценки микрогеометрии поверхности газлазерного реза и исследований микроструктуры двухслойного стального материала — быстрорежущей стали марки Р9М4К8, наплавленной на конструкционную сталь 30ХГСА. Исследовано влияние режимов газлазерной резки (скорости резки и мощности лазерного излучения) на параметры шероховатости, фазовый состав и микротвердость поверхностных слоев реза. Показано, что шероховатость поверхности реза сопоставима с шероховатостью поверхностей после механической обработки и при определенных режимах может быть меньше, чем после механической или кислородной резки. Показано, что параметры шероховатости изменяются в зависимости от расстояния до верхней кромки реза. Определены корреляционные соотношения основных параметров шероховатости поверхностей после газлазерной резки и сопоставлены с аналогичными соотношениями для поверхностей после механической обработки. Показано также, что высотные параметры шероховатости существенно зависят от режимов резки. Заметного влияния химического состава сталей на шероховатость поверхности реза не выявлено. Анализ микроструктуры поверхности сталей после газлазерной резки показал, что в поверхностном слое реза на глубину более 200 мкм произошла повторная закалка сталей. В зоне закалки поверхностный слой имеет повышенную микротвёрдость: у быстрорежущей стали Р9М4К8 $HV_{0,2} = 8760 \pm 150$ МПа, у стали 30ХГСА — $HV_{0,2} = 6740 \pm 90$ МПа. Полученные результаты позволяют выбрать технологические параметры газлазерной резки, обеспечивающие оптимальное сочетание микрогеометрии и механических свойств поверхности реза, которое позволяет сократить или исключить последующую обработку.

Ключевые слова: газлазерная резка, сталь, микрогеометрия, микроструктура, микротвёрдость.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-4-450-458

Адрес для переписки:

В.В. Измайлов
Тверской государственный технический университет,
наб. Аф. Никитина, 22, г. Тверь 170026, Россия
e-mail: iz2v2@mail.ru

Для цитирования:

В.В. Измайлов, Д.А. Барчуков, М.В. Новоселова, Л.Е. Афанасьева.
Микрогеометрия поверхности и микроструктура газлазерного
реза двухслойного стального материала.

Трение и износ.

2021. — Т. 42, № 4. — С. 450–458.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-4-450-458

Address for correspondence:

V.V. Izmailov
Tver State Technical University,
Af. Nikitin embankment, 22, Tver 170026, Russia
e-mail: iz2v2@mail.ru

For citation:

V.V. Izmailov, D.A. Barchukov, M.V. Novoselova, and
L.E. Afanasieva.

[Surface Microgeometry and Microstructure of the Gas Laser Cut of a
Two-Layer Steel Material].

Trenie i Iznos.

2021, vol. 42, no. 4, pp. 450–458 (in Russian).

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-4-450-458

Surface Microgeometry and Microstructure of the Gas Laser Cut of a Two-Layer Steel Material

V.V. Izmailov, D.A. Barchukov, M.V. Novoselova, and L.E. Afanasieva

Tver State Technical University,
Af. Nikitin embankment, 22, Tver 170026, Russia

Received 15.02.2021.

Revised 19.08.2021.

Accepted 20.08.2021.

Abstract

Gas laser cutting technology has a number of advantages over other methods of material separation. Reducing the roughness of the cut surface is practically an important task, since the roughness parameters have a significant effect on the operational properties of functional surfaces. The article presents the results of a comprehensive assessment of the microgeometry of the surface of a gas-laser cut and studies of the microstructure of a two-layer steel material — high-speed steel grade P9M4K8, deposited on structural steel 30XГСА. The influence of the modes of gas-laser cutting (cutting speed and laser radiation power) on the parameters of roughness, phase composition and microhardness of the cut surface layers is investigated. It is shown that the roughness of the cut surface is comparable to the roughness of surfaces after machining and under certain conditions can be less than after mechanical or oxygen cutting. It is shown that the roughness parameters change depending on the distance to the upper edge of the cut. Correlation ratios of the main parameters of surface roughness after gas laser cutting have been determined and compared with similar ratios for surfaces after machining. It is also shown that the height parameters of roughness significantly depend on the cutting modes. No noticeable effect of the chemical composition of steels on the roughness of the cut surface was revealed. Analysis of the microstructure of the surface of steels after gas-laser cutting showed that in the surface layer of the cut to a depth of more than 200 microns, the steels were re-hardened. In the hardening zone, the surface layer has an increased microhardness: for high-speed steel P9M4K8 $HV_{0.2} = 8760 \pm 150$ MPa, for steel 30XГСА — $HV_{0.2} = 6740 \pm 90$ MPa. The results obtained make it possible to select the technological parameters of gas laser cutting that provide an optimal combination of microgeometry and mechanical properties of the cut surface, which makes it possible to reduce or eliminate subsequent processing.

Keywords: gas laser cutting, steel, roughness, microstructure, microhardness.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-4-450-458

Адрес для переписки:

В.В. Измаилов
Тверской государственный технический университет,
наб. Аф. Никитина, 22, г. Тверь 170026, Россия
e-mail: iz2v2@mail.ru

Для цитирования:

В.В. Измаилов, Д.А. Барчуков, М.В. Новоселова, Л.Е. Афанасьева.
Микрогеометрия поверхности и микроструктура газолазерного
реза двухслойного стального материала.
Трение и износ.
2021. — Т. 42, № 4. — С. 450–458.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-4-450-458

Address for correspondence:

V.V. Izmailov
Tver State Technical University,
Af. Nikitin embankment, 22, Tver 170026, Russia
e-mail: iz2v2@mail.ru

For citation:

V.V. Izmailov, D.A. Barchukov, M.V. Novoselova, and
L.E. Afanasieva.
[Surface Microgeometry and Microstructure of the Gas Laser Cut of a
Two-Layer Steel Material].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 4, pp. 450–458 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-4-450-458

Список использованных источников

1. Григорьянц, А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки. — М.: МГТУ. — 2006
2. Sobih M., Crouse P.L., and Li L. Striation-Free Fiber Laser Cutting of Mild Steel Sheets // Applied Physics A. — 2008 (90), no. 1, 171—174
3. Tani G., Tomesani L., Campana G., and Fortunato A. Quality Factors Assessed by Analytical Modelling in Laser Cutting // Thin Solid Films. — 2004 (453), 486—491
4. Wee L.M. and Li L. An Analytical Model for Striation Formation in Laser Cutting // Applied Surface Science. — 2005 (247), no. 1—4, 277—284
5. Уайтхауз Д. Метрология поверхностей. Принципы, промышленные методы и приборы. — Долгопрудный: Интеллект. — 2009
6. Экслер Л.И. Метрологические и технологические исследования качества поверхности. — Рига: Зинатне. — 1976, 37—42
7. Измайлов В.В., Новоселова М.В. Контакт твердых тел и его проводимость: монография. — Тверь: ТГТУ. — 2010
8. Григорьев А.Я. Физика и микрогеометрия технических поверхностей. — Минск: Беларуская навука. — 2016
9. Афанасьева Л.Е., Барабонова И.А., Раткевич Г.В., Новоселова М.В., Гречишкин Р.М. Микроморфология поверхности и абразивная износостойкость инструментальной стали после газолазерной резки // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. — 2016, № 12, 46—53

References

1. Grigoryants, A.G., Shiganov I.N., Misurov A.I. Technological processes of laser processing. — M.: MG TU. — 2006 (in Russian)
2. Sobih M., Crouse P.L., and Li L. Striation-Free Fiber Laser Cutting of Mild Steel Sheets // Applied Physics A. — 2008 (90), no. 1, 171—174
3. Tani G., Tomesani L., Campana G., and Fortunato A. Quality Factors Assessed by Analytical Modeling in Laser Cutting // Thin Solid Films. — 2004 (453), 486—491
4. Wee L.M. and Li L. An Analytical Model for Striation Formation in Laser Cutting // Applied Surface Science. — 2005 (247), no. 1—4, 277—284
5. Whitehouse D. Surfaces and Their Measurement. — Elsevier. — 2004
6. Exler L.I. Metrological and technological studies of surface quality. — Riga: Zinatne. — 1976, 37—42 (in Russian)
7. Izmailov V.V., Novoselova M.V. Contact of solids and its conductivity: monograph. — Tver: TSTU. — 2010 (in Russian)
8. Grigoriev A.Ya. Physics and microgeometry of technical surfaces. — Minsk: Belarusian science. — 2016 (in Russian)
9. Afanasyeva L.E., Barabonova I.A., Ratkevich G.V., Novoselova M.V., Grechishkin R.M. Surface micromorphology and abrasive wear resistance of tool steel after gas laser cutting // Surface. X-ray, synchrotron and neutron research. — 2016, no. 12, 46—53 (in Russian)

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в редакцию журнала.

Адрес редакции: 246050, ул. Кирова 32а, г. Гомель, Беларусь Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

Full text of articles can be purchased from the editorial office.

Address: 32a Kirov Street, Gomel, Belarus, 246050 Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11

E-mail: FWJ@tut.by