

УДК 678.743.41: 678.046.76

Повышение износостойкости графитизированной стали получением в структуре метастабильного аустенита

Л.С. Малинов, Д.В. Бурова, В.Д. Гоманюк, П.А. Яровая

Приазовский государственный технический университет,
ул. Университетская, 7, г. Мариуполь 87500, Донецкая область, Украина

Поступила в редакцию 21.05.2020.

После доработки 11.01.2021.

Принята к публикации 11.01.2021.

Показана возможность повышения износостойкости графитизированной стали при абразивном воздействии и сухом трении скольжения термообработкой, создающей у неё в структуре повышенное количество метастабильного остаточного аустенита, претерпевающего динамическое деформационное мартенситное превращение — ДДМП (эффект самозакалки при нагружении — СЗН). Для получения после закалки и низкого отпуска в структуре графитизированной стали наряду с отпущенным мартенситом и графитом оптимального количества метастабильного остаточного аустенита (36 %) и достижения наиболее высокой относительной абразивной износостойкости ($\epsilon_a = 4,8$) и износостойкости при сухом трении скольжения ($\epsilon_{\text{стс}} = 2,8$), чем после типовой термообработки ($\epsilon_a = 3,5$) и ($\epsilon_{\text{стс}} = 2$), необходимо нагрев под закалку проводить при 950 °С. Изотермическая закалка, включающая аустенитизацию при 850 °С, охлаждение в воде до температуры изотермы 300 °С, выдержку 10 мин при этой температуре в печи и последующее охлаждение на воздухе, лишь несколько повышая относительную абразивную износостойкость ($\epsilon_a = 3,8$) по сравнению с типовой термообработкой ($\epsilon_a = 3,5$), обеспечивает существенно более высокую относительную износостойкость графитизированной стали при сухом трении скольжения ($\epsilon_{\text{стс}} = 3,6$), чем типовая закалка с обычно применяемой ($\epsilon_{\text{стс}} = 2$), или с повышенной температуры ($\epsilon_{\text{стс}} = 2,8$) и низкий отпуск. Применение предложенных обработок графитизированной стали повысит долговечность инструмента, изготовленного из неё, и сократит расходы на его приобретение.

Ключевые слова: графитизированная сталь, закалка, мартенсит нижний бейнит, графит метастабильный аустенит, износостойкость.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-2-145-152

Адрес для переписки:

Л.С. Малинов
Приазовский государственный технический университет,
ул. Университетская, 7, г. Мариуполь 87500, Донецкая область,
Украина
e-mail: leonid.s.malinov@gmail.com

Address for correspondence:

L.S. Malinov
Priazovskiy State Technical University,
st. Universitetskaya, 7, Mariupol 87500, Donetsk region, Ukraine
e-mail: leonid.s.malinov@gmail.com

Для цитирования:

Л.С. Малинов, Д.В. Бурова, В.Д. Гоманюк, П.А. Яровая.
Повышение износостойкости графитизированной стали
получением в структуре метастабильного аустенита.
Трение и износ.
2021. — Т. 42, № 2. — С. 145—152.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-2-145-152

For citation:

L.S. Malinov, D.V. Burova, V.D. Gomanuk, and P.A. Yarovaia.
[Increasing Wear Resistance of Graphitized Steel Obtaining Metastable
Austenitis in the Structure].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 2, pp. 145—152 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-2-145-152

Increasing Wear Resistance of Graphitized Steel by Obtaining Metastable Austenite in the Structure

L.S. Malinov, D.V. Burova, V.D. Gomanyuk, and P.A. Yarovaya

Priazovskiy State Technical University,
st. Universitetskaya, 7, Mariupol 87500, Donetsk region, Ukraine

Received 21.07.2021.

Revised 11.01.2021.

Accepted 11.01.2021.

Abstract

The possibility of increasing the wear resistance of graphitized steel under abrasive action and dry sliding friction by heat treatment, which creates an increased amount of metastable residual austenite in its structure, undergoing dynamic deformation martensitic transformation — DDMT (self-quenching effect under loading — SQL) is shown. To obtain after quenching and low tempering in the structure of graphitized steel along with tempered martensite and graphite the optimal amount of metastable retained austenite (36 %) and to achieve the highest relative abrasive wear resistance ($\epsilon_a = 4,8$) and wear resistance in dry sliding friction ($\epsilon_{dsf} = 2,8$) than after typical heat treatment ($\epsilon_a = 3,5$) and ($\epsilon_{dsf} = 2$) is necessary to heat for quenching at 950 °C. Isothermal quenching, including austenitization at 850 °C, cooling in water to an isotherm temperature of 300 °C, holding for 10 min at this temperature in a furnace, and subsequent cooling in air, only slightly increasing the relative abrasive wear resistance ($\epsilon_a = 3,8$) compared to with standard heat treatment ($\epsilon_a = 3,5$), provides a significantly higher relative wear resistance of graphitized steel under dry sliding friction ($\epsilon_{dsf} = 3,6$) than the applied quenching with the commonly used ($\epsilon_{dsf} = 2$) or with increased temperature ($\epsilon_{dsf} = 2,8$) and low vacation. The use of the proposed treatments for graphitized steel will increase the durability of the tool made from it and reduce the cost of purchasing it.

Keywords: graphitized steel, hardening, martensite lower bainite, graphite metastable austenite, wear resistance.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-2-145-152

Адрес для переписки:

Л.С. Малинов
Приазовский государственный технический университет,
ул. Университетская, 7, г. Мариуполь, 87500, Донецкая область,
Украина e-mail: leonid.s.malinov@gmail.com

Для цитирования:

Л.С. Малинов, Д.В. Бурова, В.Д. Гоманюк, П.А. Яровая.
Повышение износостойкости графитизированной стали
получением в структуре метастабильного аустенита.
Трение и износ.
2021. — Т. 42, № 2. — С. 145–152.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-2-145-152

Address for correspondence:

L.S. Malinov
Priazovskiy State Technical University,
st. Universitetskaya, 7, Mariupol 87500, Donetsk region, Ukraine
e-mail: leonid.s.malinov@gmail.com

For citation:

L.S. Malinov, D.V. Burova, V.D. Gomanyuk, and P.A. Yarovaya.
[Increasing Wear Resistance of Graphitized Steel Obtaining Metastable
Austenite in the Structure].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 2, pp. 145–152 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-2-145-152

Список использованных источников

1. Акимов И. В., Волчок И. П., Митяев А.А., Свидуневич Н.А., Кунс Д.В., Бельский С.Е., Мельников А.П., Садох М.А. Графитизированные стали в машиностроении // Литье и металлургия. — 2010, № 4, 55—57
2. Малинов Л.С. Разработка экономнолегированных высокопрочных сталей и способов упрочнения с использованием принципа регулирования мартенситных превращений: Дис. ... д-ра техн. наук. — Екатеринбург. — 1992
3. Коваль А.Д., Ефременко В.Г., Брыков М.Н., Андрущенко М.И., Куликовский Р.А., Ефременко А.В. Принципы создания мелющих тел повышенной износостойкости. Часть 1. Износостойкость сплавов на основе железа при абразивном изнашивании // Трение и износ. — 2012 (33), № 1, 52—61
4. Коршунов Л.Г., Макаров А.В., Черненко Н.Л. Нанокристаллические структуры трения и их роль в формировании трибологических свойств металлов и сплавов // в сб. трудов Проблемы нанокристаллических материалов — Екатеринбург: УРО РАН. — 2002, 170—187
5. Богачев И.Н., Минц Р.И. Кавитационное разрушение железоуглеродистых сплавов. — М.: Mashgiz. — 1959
6. Прусаков Б.А. Проблемы материалов в XXI веке (обзор) // MiTOM. — 2001, № 1, 3—5
7. Засіб термообробки: патент № 6414 на корисну модель Україна, МПК C21D1/00; № 20040706300; Заявл.28.07.2004; Опубл. 16.05.2005, Бюл. № 5 / Л.С. Малинов
8. Рябцев И.А. Наплавка деталей машин и механизмов. — Киев: Экотехнология. — 2004.

References

1. Akimov I. V., Volchok I. P., Mityaev A.A., Svidunovich N.A., Kuis D.V., Bel'skij S.E., Mel'nikov A.P., Sadoha M.A. Grafitizirovannye stali v mashinostroenii // Lite i metallurgiya. — 2010, № 4, 55—57 (in Russian)
2. Malinov L. S. Razrabotka ekonomnolegirovannykh vysokoprochnykh stalej i sposobov uprochneniya s ispolzovaniem princzipa regulirovaniya martensitnykh prevrashhenij. Dis. ... d-ra tekhn. nauk. — Ekaterinburg. — 1992 (in Russian)
3. Koval A.D., Efremenko V.G., Brykov M.N., Andrushhenko M.I., Kulikovskij R.A., Efremenko A.V. Principles for developing grinding media with increased wear resistance. Part 1. Abrasive wear resistance of iron based alloys // Journal of Friction and Wear. — 2012 (33), № 1, 39—46
4. Korshunov L.G., Makarov A.V., Chernenko N.L. Nanokristallicheskie struktury treniya i ikh rol' v formirovanii tribologicheskikh svojstv metallov i splavov // v sb. Trudov Problemy nanokristallicheskich materialov — Ekaterinburg: URO RAN. — 2002, 170—187 (in Russian)
5. Bogachev I.N., Mincz R.I. Kavitaczionnoe razrushenie zhelezouglerodisty'kh splavov. — M.: Mashgiz. — 1959 (in Russian)
6. Prusakov B.A. Problemy materialov v XXI veke (obzor) // MiTOM. — 2001, № 1, 3—5
7. Zasi'btermoobrobki: patent № 6414 nakorisnu model' Ukrayina, MPK S21D1/00; № 20040706300; Zayavl. 28.07.2004; Opubl. 16.05.2005, Byul. № 5 / L.S. Malinov (in Ukrainian)
8. Ryabczev I.A. Naplavka detalej mashin i mekhanizmov. — Kiev: Ekotekhnologiya. — 2004 (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

Web: <https://mpri.org.by/izdaniya/trenie-i-iznos/>