

УДК 621.891

Разрушение стали, упрочнённой скоростной электротермической обработкой при трении скольжения о нежёстко закреплённый абразив

В.И. Дворук¹, К.В. Борак², И.А. Бучко²

¹Национальный авиационный университет,
пр. Любомира Гузара, 1, г. Киев 03058, Украина

²Житомирский агротехнический колледж,
ул. Покровская, 96, г. Житомир 10031, Украина

Поступила в редакцию 07.02.2022.

После доработки 20.06.2022.

Принята к публикации 21.06.2022.

Представлены результаты изучения закономерностей разрушения и их влияния на износостойкость стали 65Г, упрочнённой скоростной электротермической обработкой (СЭТО) при изнашивании трением скольжения о нежёстко закреплённый абразив. Установлено, что в прочностном основании механизма изнашивания стали, упрочнённой СЭТО, в рассматриваемых условиях ведущую роль играет сопротивление зарождению и распространению усталостных трещин на границе области нелинейных эффектов в окрестности вершины трещины, а механический компонент контактного взаимодействия является определяющим. Это указывает на высокую чувствительность износостойкости стали ϵ к её реолого-усталостному параметру R_y . Поэтому низколегированные стали целесообразно ранжировать по износостойкости с помощью реолого-усталостного параметра. Показано, что в процессе изнашивания на рабочей поверхности формируются остаточные напряжения растяжения пластически-деструкционной природы. Доказано, что реолого-усталостный параметр R_y более адекватно, чем твёрдость HV и реологический параметр R отображает специфику контактного взаимодействия при трении скольжения стали о нежёстко-закреплённый абразив, проявляющуюся в одновременной реализации двух циклических процессов в зоне контакта — внедрения и царапания абразива. Констатировано, что упрочнение СЭТО стали 65Г, применяемой для изготовления рабочих инструментов почвообрабатывающих машин в сельском хозяйстве может служить эффективным средством повышения их износостойкости при трении скольжения о нежёстко-закреплённый абразив.

Ключевые слова: абразивное изнашивание, нежёстко закреплённый абразив, малоцикловая усталость, охрупчивание, пластически-деструкционная деформация, остаточные напряжения, усталостная трещина, скоростная электротермическая обработка, износостойкость, реолого-усталостный параметр.

DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-3-255-264

Адрес для переписки:

В.И. Дворук
Национальный авиационный университет,
пр. Любомира Гузара, 1, г. Киев 03058, Украина
e-mail: vidvoruk@gmail.com

Address for correspondence:

V.I. Dvoruk
National Aviation University,
Lubomir Guzar av., 1, Kyiv 03058, Ukraine
e-mail: vidvoruk@gmail.com

Для цитирования:

В.И. Дворук, К.В. Борак, И.А. Бучко.
Разрушение стали, упрочнённой скоростной электротермической обработкой при изнашивании трением скольжения о нежёстко закреплённый абразив.
Трение и износ.

2022. — Т. 43, № 3. — С. 255—264.

DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-3-255-264

For citation:

V.I. Dvoruk, K.V. Borak, and I.O. Buchko.
[Destruction of Steel, by the Work-Hardened Speed Electrothermal Treatment at Wear by Friction of Skidding at the Non-Rigid Envisaged Abrasive].
Trenie i Iznos.

2022, vol. 43, no. 3, pp. 255—264 (in Russian).

DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-3-255-264

Destruction of Steel, by the Work-Hardened Speed Electrothermal Treatment at Wear by Friction of Skidding at the Non-Rigid Envisaged Abrasive

V.I. Dvoruk¹, K.V. Borak², and I.O. Buchko²

¹National Aviation University,
Lubomir Guzar av., 1, Kyiv 03058, Ukraine

²Zhytomyr Agrotechnical Colledge,
Pokrovska Str., 96, Zhytomyr 10031, Ukraine

Received 07.02.2022.

Revised 20.06.2022.

Accepted 21.06.2022.

Abstract

The results of studying the patterns of destruction and their influence on the wear resistance of steel 65G, hardened by high-speed electrothermal treatment (SET) during wear by sliding friction on a loosely fixed abrasive are presented. It has been established that in the strength base of the wear mechanism of steel, hardened by SETO, under the conditions under consideration, the leading role is played by the resistance to the initiation and propagation of fatigue cracks at the boundary of the region of nonlinear effects in the vicinity of the crack tip, and the mechanical component of the contact interaction is decisive. This indicates a high sensitivity of the wear resistance of steel ε to its rheological-fatigue parameter R_y . Therefore, it is advisable to rank low-alloy steels in terms of wear resistance using the rheological-fatigue parameter. It is shown that in the process of wear, residual tensile stresses of a plastic-destructive nature are formed on the working surface. Among the studied modes of heat treatment, the lowest rate of crack propagation in steel was observed after HSEHT, which ensured its wear resistance with steel hardened by surface hardening without tempering. It is proved that the rheological-fatigue parameter R_y is more adequate than the hardness HV and the rheological parameter R reflects the specifics of the contact interaction during sliding friction of steel on a non-rigidly fixed abrasive, which manifests itself in the simultaneous implementation of two cyclic processes in the contact zone — penetration and scratching abrasive. It has been stated that the hardening of SETO steel 65G, used for the manufacture of working tools of tillage machines in agriculture, can serve as an effective means of increasing their wear resistance during sliding friction on a non-rigidly fixed abrasive.

Keywords: abrasive wear, non-rigidly fixed abrasive, low-cycle fatigue, embrittlement, plastic-destructive deformation, residual stresses, fatigue crack, high-speed electrothermal treatment, wear resistance, rheological-fatigue parameter.

DOI:10.32864/0202-4977-2022-43-3-255-264

Адрес для переписки:

В.И. Дворук
Национальный авиационный университет,
пр. Любомира Гузара, 1, г. Киев 03058, Украина
e-mail: vidvoruk@gmail.com

Address for correspondence:

V.I. Dvoruk
National Aviation University,
Lubomir Guzar av., 1, Kyiv 03058, Ukraine
e-mail: vidvoruk@gmail.com

Для цитирования:

В.И. Дворук, К.В. Борак, И.А. Бучко.
Разрушение стали, упрочнённой скоростной электротермической
обработкой при изнашивании трением скольжения о нежёстко
закреплённый абразив.
Трение и износ.
2022. — Т. 43, № 3. — С. 255—264.
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-3-255-264

For citation:

V.I. Dvoruk, K.V. Borak, and I.O. Buchko.
[Destruction of Steel, by the Work-Hardened Speed Electrothermal
Treatment at Wear by Friction of Skidding at the Non-Rigid Envisaged
Abrasive].
Trenie i Iznos.
2022, vol. 43, no. 3, pp. 255—264 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-3-255-264

Список использованных источников

1. **Ткачев В.Н.** Износ и повышение долговечности деталей сельскохозяйственных машин. — М.: Машиностроение. — 1971
2. **Крагельский И.В.** Основы расчетов на трение и износ. — М.: Машиностроение. — 1977
3. **Рыбакова Л.М.** Структура и износостойкость металла. — М.: Машиностроение. — 1982
4. **Гриднев В.Н.** Физические основы электротермического упрочнения стали. — Киев: Наукова думка. — 1973
5. **Сорокин Г.М.** Трибология сталей и сплавов. — М.: Недра. — 2000
6. **Сорокин Г.М.** Об эволюции структурно-фазового состояния сталей при воздействии абразива // Трение и износ. — 1991 (12), № 3, 396—401
7. **Обеспечение износостойкости изделий. Метод испытания материалов на износостойкость при трении о нежёстко закреплённые абразивные частицы. ГОСТ 23.208–79.** — М.: Госстандарт. — 1980
8. **Дворук В.И.** Научные основы повышения абразивной износостойкости деталей машин. — Киев: КМУГА. — 1997
9. **Карпенко Г.В.** Малоцикловая усталость стали в рабочих средах. — Киев: Наукова думка. — 1973
10. **Шепеляковский К.З.** Упрочнение деталей машин поверхностной закалкой при индукционном нагреве. — М.: Машиностроение. — 1972
11. **Хрущов М.М.** Исследование изнашивания металлов. — М.: АН СССР. — 1960

References

1. **Tkachev V.N.** Iznos i povyshenie dolgovechnosti detalej sel'skhozjajstvennyh mashin. — M.: Mashinostroenie. — 1971 (in Russian)
2. **Kragel'skij I.V.** Osnovy raschetov na trenie i iznos. — M.: Mashinostroenie. — 1977 (in Russian)
3. **Rybakova L.M.** Struktura i iznosostojkost' metal-la. — M.: Mashinostroenie. — 1982 (in Russian)
4. **Gridnev V.N.** Fizicheskie osnovy elektrotermicheskogo uprochnenija stali. — Kiev: Naukova dumka. — 1973 (in Russian)
5. **Sorokin G.M.** Tribologija stalej i splavov. — M.: Nedra. — 2000 (in Russian)
6. **Sorokin G.M.** Ob jevoljucii strukturno-fazovogo sostojanija stalej pri vozdejstvii abraziva // Trenie i iznos. — 1991 (12), № 3, 396—401 (in Russian)
7. **Obespechenie iznosostojkosti izdelij. Metod ispytaniya materialov na iznosostojkost' pri trenii o nezhjostko zakrepljonnye abrazivnye chasticy. GOST 23.208–79.** — M.: Gosstandart. — 1980 (in Russian)
8. **Dvoruk V.I.** Nauchnye osnovy povyshenija abrazivnoj iznosostojkosti detalej mashin. — Kiev: KMUGA. — 1997 (in Russian)
9. **Karpenko G.V.** Malociklovaja ustalost' stali v rabochnih sredah. — Kiev: Naukova dumka. — 1973 (in Russian)
10. **Shepeljakovskij K.Z.** Uprochnenie detalej mashin poverhnostnoj zakalkoj pri indukcionnom nagre-ve. — M.: Mashinostroenie. — 1972 (in Russian)
11. **Hrushhov M.M.** Issledovanie iznashivaniya metal-lov. — M.: AN SSSR. — 1960 (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