

УДК 621.891

Разрушение деформационно упрочненной стали при абрзивном изнашивании

В.И. Дворук¹, К.В. Борак², И.О. Бучко², С.С. Добранский²

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

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

Поступила в редакцию 06.08.2020.

После доработки 07.03.2021.

Принята к публикации 09.03.2021.

Представлены результаты обобщения и дальнейшего изучения закономерностей разрушения деформационно упрочненной стали 40ХНМА при трении скольжения по монолиту абразива. Установлено, что в прочностной основе механизма абрзивного изнашивания стали ведущую роль играет реологический параметр, величина которого, как и износстойкость, не зависит от упрочнения стали деформированием. При этом механический компонент контактного взаимодействия является определяющим. Неизменяемость реологического параметра деформированной стали определяется одновременными изменениями вязкости разрушения и толщины деформированного слоя, которые происходят с равной интенсивностью. Показано, что повышением твёрдости стали остаточные напряжения растяжения в изношенной поверхности возрастают при всех видах и режимах деформирования. Исследованы объёмные дефекты кристаллического строения после деформационного упрочнения и изнашивания стали. Установлено, что обработка деформированием содействует увеличению размеров и наличию объёмных дефектов кристаллического строения в стали. Отмечено, что при всех видах и режимах деформационного упрочнения форма частиц износа была близка к пластинчатой с размером, который не отличается от размера частиц износа термически упрочненной стали. Обработку деформированием целесообразно применять для повышения твёрдости и объёмной прочности стали 40ХНМА, тогда как для повышения износстойкости при трении скольжения по монолиту абразива её применение нецелесообразно. Для достижения положительного результата необходимо использовать упрочнение, которое одновременно увеличивает сопротивление пластическому деформированию и разрушению стали и оценивается по увеличению реологического параметра.

Ключевые слова: абрзивное изнашивание, деформационное упрочнение, износстойкость, реологический параметр, деструктивная деформация, вязкость разрушения, толщина деформированного слоя, остаточные напряжения, удельный объём, частицы износа.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-279-288

Адрес для переписки:

К.В. Борак
Житомирский агротехнический колледж,
ул. Покровская, 96, г. Житомир 10031, Украина
e-mail: koss1983@meta.ua

Address for correspondence:

K.V. Borak
Zhytomyr Agrotechnical Colledge,
Pokrovska Str., 96, Zhytomyr 10031, Ukraine
e-mail: koss1983@meta.ua

Для цитирования:

В.И. Дворук, К.В. Борак, И.О. Бучко, С.С. Добранский.
Разрушение деформационно-прочностной стали при абрзивном изнашивании.
Трение и износ.
2021. — Т. 42, № 3. — С. 279–288.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-279-288

For citation:

V.I. Dvoruk, K.V. Borak, I.O. Buchko, and S.S. Dobranskiy.
[Destruction of Stress-Strain Steel under Abrasion Wear].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 3, pp. 279–288 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-279-288

Destruction of Strain-Hardened Steel under Abrasion Wear

V.I. Dvoruk¹, K.V. Borak², I.O. Buchko², and S.S. Dobranksiy²

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

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

Received 06.08.2020.

Revised 07.03.2021.

Accepted 09.03.2021.

Abstract

The results of generalization and further investigation of the regularities of the friction-induced failure of the strain-hardened 40XHMA steel during sliding on the solid abrasive are given hereby. It is found that the rheological parameter is essential to the strength basis of the steel abrasive wear mechanism and which value, along with wear resistance, does not depend upon the strain hardening of the steel. In this case, the mechanical component of the contacting interaction shall be decisive. The invariability of the deformed steel rheological parameter is conditioned by simultaneous changes in fracture toughness and deformed layer thickness, both occurring with the same intensity. Residual tensile stresses on a worn surface being destructive in their nature were analysed. The volumetric defects of the crystal structure after strain hardening and wear of the steel were investigated. It is found that deformation processing does bring on an increase in size and occurrence of volumetric defects of the crystal structure of the steel. Regardless of the strain hardening method and mode, worn particles were found to have a similar plate-like form, while their size was not different from the same of the heat-treated steel. It is deemed appropriate to make use of deformation processing to increase the hardness and tensile strength of 40XHMA steel, while it is advised against when it is necessary to enhance the friction wear resistance during sliding on the solid abrasive. To get a favourable result, it shall be necessary to apply the hardening method, whereby simultaneous enhancing of the resistance to both plastic deformation and failure of the steel is provided, and which is assessed based upon an increase in the value of the rheological parameter.

Keywords: abrasive wear, strain hardening, wear resistance, rheological parameter, destructive deformation, plain strain, depth of a deformed layer, wear particles.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-279-288

Адрес для переписки:

К.В. Борак
Житомирський агротехнічний коледж,
ул. Покровська, 96, г. Житомир 10031, Україна
e-mail: koss1983@meta.ua

Address for correspondence:

K.V. Borak
Zhytomyr Agrotechnical Colledge,
Pokrovska Str., 96, Zhytomyr 10031, Ukraine
e-mail: koss1983@meta.ua

Для цитування:

В.И. Дворук, К.В. Борак, И.О. Бучко, С.С. Добранский.
Разрушение деформационно-прочностной стали при абразивном
изнашивании.
Трение и износ.
2021. — Т. 42, № 3. — С. 279–288.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-279-288

For citation:

V.I. Dvoruk, K.V. Borak, I.O. Buchko, and S.S. Dobranksiy.
[Destruction of Stress-Strain Steel under Abrasion Wear].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 3, pp. 279–288 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-279-288

Список использованных источников

1. Добровольский А.Г. Абразивная износостойкость материалов: Справочное пособие. — Киев: Техника. — 1989
2. Сорокин Г.М. Трибология сталей и сплавов. — М.: Недра. — 2000
3. Дворук В.И. Научные основы повышения абразивной износостойкости деталей машин. — Киев: КМУГА. — 1997
4. Дворук В.І., Бєлих С.С., Горда С.С. Вплив вихідного структурного стану на абразивну зносостійкість легованої сталі при обробці холодним деформуванням // Проблеми тертя та зношування: Зб. наук. праць. — Київ. — 2013, № 59, 23—29
5. Дворук В.І., Бєлих С.С. Абразивна зносостійкість теплодеформованої сталі // Проблеми тертя та зношування: Зб. наук. праць. — Київ. — 2013, № 58, 41—47
6. Дворук В.І., Бєлих С.С. Абразивна зносостійкість гарячедеформованих легованих сталей // Проблеми тертя та зношування: Зб. наук. праць. — Київ. — 2012, № 57, 108—116
7. Колесников Ю. В. Механика контактного разрушения. — М.: Наука, 1989. — 224 с.
8. Латишенко В.А. Диагностика прочности и жесткости материалов. — Рига: Зинатне. — 1968
9. Хеккель К. Техническое применение механики разрушения. — М.: Металлургия. — 1974
10. Рыбакова Л.М. Структура и износостойкость металла. — М.: Машиностроение. — 1982
11. Сорокин Г.М. Об эволюции структурно-фазового состояния сталей при воздействии абразива // Трение и износ. — 1991 (12), № 3, 396—401
12. Шевеля В.В. Обеспечение триботехнических свойств композиционных материалов при абразивном изнашивании // Проблемы трибологии. — 2000, № 1, 67—72
13. Дворук В.І. Трибофізика: підручник. — Харків: ФП Томенко Ю. І. — 2014
14. Хрущов М.М. Исследование изнашивания металлов. — М.: АН СССР. — 1960

References

1. Dobrovolskii A.G. Abrazivnaya iznosostoikost materialov: Spravochnoe posobie. — Kiev: Tekhnika. — 1989
2. Sorokin G.M. Tribologiya stalei i splavov. — M.: Nedra. — 2000
3. Dvoruk V.I. Nauchnye osnovy povysheniya abrazivnoi iznosostoikosti detalei mashin. — Kiev: KMUGA. — 1997
4. Dvoruk V.I., Belikh S.S., Gorda S.S. Vpliv vikhidnogo strukturnogo stanu na abrazivnu znosostikist legovanoj stali pri obrobtsi kholodnym deformuvannym // Problemi tertya ta znoshuvannya: Zb. nauk. prats. — Kiev. — 2013, № 59, 23—29
5. Dvoruk V.I., Belikh S.S. Abrazivna znosostikist teplodeformovanoi stali // Problemi tertya ta znoshuvannya: Zb. nauk. prats. — Kiev. — 2013, № 58, 41—47
6. Dvoruk V.I., Belikh S.S. Abrazivna znosostikist garyachedeformovanikh legovanikh stalei // Problemi tertya ta znoshuvannya: Zb. nauk. prats. — Kiev. — 2012, № 57, 108—116
7. Kolesnikov Yu.V. Mekhanika kontaktogo razrusheniya. — M.: Nauka. — 1989
8. Latishenko V.A. Diagnostika prochnosti i zhestkosti materialov. — Riga: Zinatne. — 1968
9. Khekkel K. Tekhnicheskoe primenie mekhaniki razrusheniya. — M.: Metallurgiya. — 1974
10. Rybakova L.M. Struktura i iznosostoikost metalla. — M.: Mashinostroenie. — 1982
11. Sorokin G.M. Ob evolyutsii strukturno-fazovogo sostoyaniya stalei pri vozdeistvii abraziva // Trenie i iznos. — 1991 (12), № 3, 396—401
12. Shevelya V.V. Obespechenie tribotekhnicheskikh svoistv kompozitsionnykh materialov pri abrazivnom iznashivanii // Problemi tribologii. — 2000, № 1, 67—72
13. Dvoruk V.I. Tribofizika: pidruchnik. — Kharkiv: FP Tomenko Yu. I. — 2014
14. Khrushchov M.M. Issledovanie iznashivaniya metallov. — M.: AN SSSR. — 1960

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/>