

УДК 621.891

Влияние типа почвы на разрушение низколегированных сталей при изнашивании

В.И. Дворук¹, К.В. Борак², И.А. Бучко², Н.А. Кириенко¹

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

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

Поступила в редакцию 12.09.2022.

После доработки 12.12.2022.

Принята к публикации 15.12.2022.

Представлены результаты изучения закономерностей разрушения и их влияния на износостойкость низколегированных сталей 65Г и 28МпВ5 при движении в разных типах почвы. Установлено, что влияние типа почвы на разрушение и износостойкость ε контролируется реолого-усталостным параметром R_y который играет ведущую роль в прочностном основании механизма изнашивания низколегированных сталей. В процессе изнашивания на рабочей поверхности стали формируются остаточные напряжения растяжения пластически-деструктивной природы, наименьшая величина которых наблюдается после испытаний в супеси, а наибольшая — в лёгкой глине. Следовательно, релаксация напряжений по механизмам пластической деформации и деструкции в супеси протекает интенсивнее, чем в среднем суглинке и лёгкой глине. Установлена следующая коррелятивная связь: чем больше уровень остаточных напряжений, тем выше реолого-усталостный параметр и износостойкость стали. В исследованных типах почвы ведущую роль играют механизмы релаксации напряжений, характерные для области малоциклового усталости. Поэтому механический компонент взаимодействия с почвой является доминирующим в формировании структурно-фазового состояния поверхностных слоёв сталей. Повреждаемость низколегированных сталей в почве носит смешанный характер и включает в себя три основных формы абразивного изнашивания: механическую, механоусталостную, механохимическую. Во всех исследованных типах почвы ведущую роль играет механоусталостная форма абразивного изнашивания. Следовательно, повышение износостойкости низколегированных сталей необходимо прежде всего связывать с устранением активных явлений малоциклового усталости на изнашиваемой поверхности. Образование вторичных структур при изнашивании в почве способствует снижению поглощения металлом энергии в необратимой форме, а следовательно, повышению его износостойкости.

Ключевые слова: абразивное изнашивание, почва, малоцикловая усталость, усталостная трещина, износостойкость, реологический параметр, вязкость разрушения, размер области нелинейных эффектов, деформируемость, циклическая вязкость разрушения, остаточные напряжения, релаксация напряжений, схема разрушения, виды изнашивания.

DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-6-583-593

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, Н.А. Кириенко.
Влияние типа почвы на разрушение низколегированных сталей при изнашивании.
Трение и износ.
2022. — Т. 43, № 6. — С. 583—593.
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-6-583-593

For citation:

V.I. Dvoruk, K.V. Borak, I.A. Buchko, and N.A. Kirienko.
[Influence of Soil Type on Breaking of Low-Alloy Steels During Wear].
Trenie i Iznos.
2022, vol. 43, no. 6, pp. 583—593 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-6-583-593

Influence of Soil Type on Breaking of Low-Alloy Steels During Wear

V.I. Dvoruk¹, K.V. Borak², I.A. Buchko², and N.A. Kirienko¹

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

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

Received 12.09.2022.

Revised 12.12.2022.

Accepted 15.12.2022.

Abstract

The results of studying the regularities of destruction and their influence on the wear resistance of low-alloy steels 65G and 28MnB5 when moving in different types of soil are presented. It has been established that the effect of soil type on destruction and wear resistance ε is controlled by the rheological-fatigue parameter R_y , which plays a leading role in the strength base of the wear mechanism of low-alloy steels. In the process of wear, residual tensile stresses of a plastic-destructive nature are formed on the working surface of the steel, the lowest value of which is observed after testing in sandy loam, and the highest in light clay. Consequently, the relaxation of stresses by the mechanisms of plastic deformation and destruction in sandy loam is more intense than in average loam and light clay. The following correlation has been established: the higher the level of residual stresses, the higher the rheological-fatigue parameter and wear resistance of steel. In the studied soil types, the leading role is played by stress relaxation mechanisms in the area of low-cycle fatigue. Therefore, the mechanical component of interaction with the soil is dominant in the formation of the structural-phase state of the surface layers of steels. The damage of low-alloy steels in soil is mixed and includes three main forms of abrasive wear: mechanical, mechanical fatigue, mechanochemical. In all studied soil types, the mechanical fatigue form of abrasive wear plays a leading role. Therefore, an increase in the wear resistance of low-alloy steels must first of all be associated with the elimination of active low-cycle fatigue phenomena on the wear surface. The formation of secondary structures during wear in the soil contributes to a decrease in the absorption of irreversible energy by the metal, and, consequently, to an increase in its wear resistance.

Keywords: abrasive wear, soil, low-cycle fatigue, fatigue crack, wear resistance, rheological parameter, fracture toughness, size of the region of nonlinear effects, deformability, cyclic fracture toughness, residual stresses, stress relaxation, scheme destruction, types of wear.

DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-6-583-593

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, Н.А. Кириенко.
Влияние типа почвы на разрушение низколегированных сталей при изнашивании.
Трение и износ.
2022. — Т. 43, № 6. — С. 583—593.
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-6-583-593

For citation:

V.I. Dvoruk, K.V. Borak, I.A. Buchko, and N.A. Kirienko.
[Influence of Soil Type on Breaking of Low-Alloy Steels During Wear].
Trenie i Iznos.
2022, vol. 43, no. 6, pp. 583—593 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-6-583-593

Список использованных источников

1. Севернев М.М. Износ и коррозия сельскохозяйственных машин. — Минск: Беларус. навука. — 2011
2. Ткачев В.Н. Износ и повышение долговечности деталей сельскохозяйственных машин. — М.: Машиностроение. — 1971
3. Дворук В.І. Моделювання зношування металів при русі в абразивній масі // Проблеми трибології. — 2015, № 1, 77—85
4. Рыбакова Л. М. Структура и износостойкость металла. — М.: Машиностроение. — 1982
5. Одинг И.А. Допускаемые напряжения в машиностроении и циклическая прочность металлов. — М.: Машгиз. — 1962
6. Новиков В.С. Обеспечение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.03 / Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. — Москва. — 2008
7. Сорокин Г.М. Об эволюции структурно-фазового состояния сталей при воздействии абразива // Трение и износ. — 1991 (12), № 3, 396—401
8. Спосіб дослідження матеріалів та покриттів на зносостійкість та визначення коефіцієнта тертя ковзання сталь — абразивна маса: пат. 142596 Україна, G01N 3/00; № u2019 02358; заявлено 11/03/2019; опубліковано 25.06.2020. Бюл. № 12 / В.І. Дворук
9. Дворук В. И. Научные основы повышения абразивной износостойкости деталей машин. — Киев: КМУГА. — 1997
10. Дворук В.І. Метод абразивного зношування для визначення ефективної поверхневої енергії кристалів // Проблеми трибології. — 2018, № 4, 22—31
11. Дворук В.І. Трибофізика: підручник. — Харків: ФП Томенко Ю.І. — 2014
12. Сопrotivlenie materialov deformirovaniyu i razrusheniyu: [Spravochnoe posobie]: В 2 ч / под ред. В.Т. Трощенко. — Киев: Наукова думка. — 1994
13. Кашеев В.Н. Процессы в зоне фрикционного контакта металлов. — М.: Машиностроение. — 1978
14. Костецкий Б.И. Структурно-энергетическая теория трения, смазки и износа // Надёжность и долговечность машин и сооружений. — 1986, № 9, 45—58

References

1. Severnev M.M. Iznos i korroziya sel'skohozyajstvennyh mashin. — Minsk: Belarus. navuka. — 2011 (in Russian)
2. Tkachev V.N. Iznos i povyshenie dolgovechnosti detalej sel'skohozyajstvennyh mashin. — M.: Mashinostroenie. — 1971 (in Russian)
3. Dvoruk V.I. Modelyuvannya znoshuvannya metaliv pri rusi v abrazivnij masi // Problemi tribologii. — 2015, № 1, 77—85 (in Ukrainian)
4. Rybakova L. M. Struktura i iznosostojkost' metala. — M.: Mashinostroenie. — 1982 (in Russian)
5. Oding I.A. Dopuskaeye napryazheniya v mashinostroenii i ciklicheskaya prochnost' metallov. — M.: Mashgiz. — 1962 (in Russian)
6. Novikov V.S. Obespechenie dolgovechnosti rabochih organov pochvoobrabatyvayushchih mashin: dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.20.03 / Moskovskij gosudarstvennyj agroinzhenernyj universitet im. V.P. Goryachkina. — Moskva. — 2008 (in Russian)
7. Sorokin G.M. Ob evolyucii strukturno-fazovogo sostoyaniya stalej pri vozdeystvii abraziva // Trenie i iznos. — 1991 (12), № 3, 396—401 (in Russian)
8. Sposib doslidzhennya materialiv ta pokrittiv na znosostojkist' ta viznachennya koefitsienta tertya kovzannya stal' — abrazivna masa: pat. 142596 Ukraïna, G01N 3/00; № u2019 02358; zayavleno 11/03/2019; opublikovano 25.06.2020. Byul. № 12 / V.I. Dvoruk (in Russian)
9. Dvoruk V.I. Nauchnye osnovy povysheniya abrazivnoj iznosostojkosti detalej mashin. — Kiev: KMUGA. — 1997 (in Russian)
10. Dvoruk V.I. Metod abrazivnogo znoshuvannya dlya viznachennya effektivnoï poverhnevoï energii kristaliv // Problemi tribologii. — 2018, № 4, 22—31 (in Russian)
11. Dvoruk V. I. Tribofizika: pidruchnik. — Harkiv: FP Tomenko Yu.I. — 2014 (in Ukrainian)
12. Soprotivlenie materialov deformirovaniyu i razrusheniyu: [Spravochnoe posobie]: В 2 ch / pod red. V.T. Troshchenko. — K.: Naukova dumka. — 1994 (in Russian)
13. Kashcheev V.N. Processy v zone frikcionnogo kontakta metallov. — M.: Mashinostroenie. — 1978 (in Russian)
14. Kosteckij B.I. Strukturno-energeticheskaya teoriya treniya, smazki i iznosa // Nadyozhnost' i dolgovechnost' mashin i sooruzhenij. — 1986, № 9, 45—58 (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