

УДК 620.178

## Влияние остаточного аустенита на износостойкость инструментальных сталей У8А и 9ХС

И.Н. Степанкин, Е.П. Поздняков

Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого,  
пр. Октября, 48, г. Гомель 246746, Беларусь.

Поступила в редакцию 18.02.2021.

После доработки 17.08.2021.

Принята к публикации 20.08.2021.

В работе представлены результаты исследований по влиянию режимов термической обработки на микроструктуру, твёрдость и механизм изнашивания при действии пульсирующих контактных напряжений инструментальных сталей У8А и 9ХС. Выявлено, что проведение криогенной обработки не позднее получаса после закалки снижает объёмную долю остаточного аустенита с 9 об. % до 5 об. % в стали У8А и с 5 об. % до 3 об. % в стали 9ХС. Низкое содержание объёмной доли остаточного аустенита в совокупности с повышенным содержанием кремния в стали 9ХС снизили её износостойкость при контактных напряжениях с амплитудой  $1300 \pm 65$  МПа по сравнению со сталью У8А. Криогенная обработка стали У8А снизила период высокой износоустойчивости с 30 000 до 12 000 циклов нагружения. Для стали 9ХС влияние криогенной обработки на характеристики изнашивания незначительно вследствие небольшого уменьшения количества остаточного аустенита (с 5 об. % до 3 об. %). Реализация результатов исследований перспективна на предприятиях по производству метизной продукции, использующие штамповый инструмент для вырубki, вытяжки и холодной высадки с максимальными напряжениями на гравюре инструмента порядка  $1300 \pm 65$  МПа. Материалом пуансонов и матриц может служить сталь У8А, упрочнённая путём закалки в воде с температуры  $780^\circ\text{C}$  и отпуска при  $200^\circ\text{C}$  и не подвергнутая криогенной обработке.

**Ключевые слова:** усталостное изнашивание, инструментальные стали У8А и 9ХС, криогенная обработка, остаточный аустенит.

**DOI:** 10.32864/0202-4977-2021-42-4-377-386

**Адрес для переписки:**

Е.П. Поздняков  
Гомельский государственный технический университет  
им. П.О. Сухого,  
пр. Октября, 48, г. Гомель 246746, Беларусь  
e-mail: hanter3@tut.by

**Address for correspondence:**

E.P. Pazdniakou  
Pavel Sukhoi State Technical University of Gomel,  
pr. Oktyabrya, 48, Gomel 246746, Belarus  
e-mail: hanter3@tut.by

**Для цитирования:**

И.Н. Степанкин, Е.П. Поздняков.  
Влияние остаточного аустенита на износостойкость  
инструментальных сталей У8А и 9ХС.  
Трение и износ.  
2021. — Т. 42, № 4. — С. 377–386.  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2021-42-4-377-386

**For citation:**

I.N. Stepankin and E.P. Pazdniakou.  
[Effect of Retained Austenite on the Wear Resistance of C80W1 and  
90CrSi5 Tool Steels].  
Trenie i Iznos.  
2021, vol. 42, no. 4, pp. 377–386 (in Russian).  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2021-42-4-377-386

# Effect of Retained Austenite on the Wear Resistance of C80W1 and 90CrSi5 Tool Steels

I.N. Stepankin and E.P. Pazdniakou

*Pavel Sukhoi State Technical University of Gomel,  
pr. Oktyabrya, 48, Gomel 246746, Belarus.*

*Received 18.02.2021.*

*Revised 17.08.2021.*

*Accepted 20.08.2021.*

## Abstract

The paper presents the results of studies on the effect of heat treatment modes on the microstructure, hardness and wear mechanism under the action of pulsating contact stresses of C80W1 and 90CrSi5 tool steels. It was revealed that cryogenic treatment no later than half an hour after quenching reduces the volume fraction of retained austenite from 9 vol. % to 5 vol. % in C80W1 steel and from 5 vol. % to 3 vol. % in 90CrSi5 steel. The low content of the volume fraction of retained austenite in combination with the increased silicon content in 90CrSi5 steel reduced its wear resistance at contact stresses with an amplitude of  $1300 \pm 65$  MPa in comparison with C80W1 steel. Cryogenic treatment of C80W1 steel reduced the period of high wear resistance from 30,000 to 12,000 loading cycles. For 90CrSi5 steel, the effect of cryogenic treatment on wear characteristics is insignificant due to a slight decrease in the amount of retained austenite (from 5 vol. % to 3 vol. %). The implementation of the research results is promising at enterprises for the production of hardware products using a stamping tool for punching, drawing and cold heading with maximum stresses on the engraving of the tool of the order of  $1300 \pm 65$  MPa. The material of punches and dies can be C80W1 steel, hardened by quenching in water from a temperature of 780 °C and tempering at 200 °C and not subjected to cryogenic treatment.

**Keywords:** fatigue wear, C80W1 and 90CrSi5 tool steels, cryogenic treatment, retained austenite.

**DOI:** 10.32864/0202-4977-2021-42-4-377-386

---

### Адрес для переписки:

Е.П. Поздняков  
Гомельский государственный технический университет  
им. П.О. Сухого,  
пр. Октября, 48, г. Гомель 246746, Беларусь  
e-mail: hanter3@tut.by

---

### Address for correspondence:

E.P. Pazdniakou  
Pavel Sukhoi State Technical University of Gomel,  
pr. Oktyabrya, 48, Gomel 246746, Belarus  
e-mail: hanter3@tut.by

---

### Для цитирования:

И.Н. Степанкин, Е.П. Поздняков.  
Влияние остаточного аустенита на износостойкость  
инструментальных сталей У8А и 9ХС.  
Трение и износ.  
2021. — Т. 42, № 4. — С. 377—386.  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2021-42-4-377-386

---

### For citation:

I.N. Stepankin and E.P. Pazdniakou.  
[Effect of Retained Austenite on the Wear Resistance of C80W1 and  
90CrSi5 Tool Steels].  
*Trenie i Iznos.*  
2021, vol. 42, no. 4, pp. 377—386 (in Russian).  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2021-42-4-377-386

## Список использованных источников

1. **Зубцов М.Е.** Повышение стойкости штампов для холодной штамповки. — Ленинград: Ленинградский дом научно-технической пропаганды. — 1960
2. **Зубцов М.Е., Корсаков В.Д.** Стойкость штампов. — Ленинград: Машиностроение. — 1971
3. **Конструкционные материалы: Справочник** / под ред. Б.Н. Арзамасова. — М.: Машиностроение. — 1990
4. **Шейнерман В.М.** Стали для штампов холодного деформирования. — Латвийский республиканский институт научно-технической информации и пропаганды. — 1969
5. **Поздняков Е.П., Степанкин И.Н.** Особенности контактного изнашивания диффузионно-упрочнённых слоёв экономно-легированных сталей // XXVI Международная инновационно-ориентированная конференция молодых учёных и студентов (МИКМУС—2014): материалы конференции (Москва, 17—19 декабря 2014 года). — М: Изд-во ИМАШ РАН. — 2014, 255—259
6. **Выдавливание рельефных полостей в формообразующих деталях технологической оснастки:** Руководящий технический материал 37.002.0195—81. — Горький. — 1983
7. **Руденко С.П. и [др.]** Микроструктура упрочнённых слоёв высоконапряжённых зубчатых колёс из хромоникелевых сталей // Известия Национальной академии наук Беларуси. — 2011, № 1, 11—17
8. **Устройство для испытания материалов на контактную усталость и износ:** полезная модель 7093 U Респ. Беларусь: МПК (2009) G 01N 3/00; дата публ.: 28.02.2011 / И.Н. Степанкин, В.М. Кенько, И.А. Панкратов
9. **R 50—54—30—87** Расчёты и испытания на прочность. Методы испытаний на контактную усталость
10. **Степанкин И.Н., Кенько В.М.** Стойкость холодно-высадочной оснастки и методы её повышения. — Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого. — 2014
11. **Карелин Е.Н., Никифоров М.Э., Тигин А.В.** Закономерности изнашивания зубьев зубчатых передач // Успехи современного естествознания. — 2012, № 6, 75—76
12. **Вдовин К.Н., Горленко Д.А., Феоктистов Н.А.** Влияние энергии дефекта упаковки на абразивную стойкость отливок из стали Fe—12Mn—1,2C // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. — 2016 (59), № 9, 603—609
13. **Вишняков Я.Д.** Современные методы исследования структуры деформированных кристаллов. — М.: Металлургия. — 1975

## References

1. **Zubcov M.E.** Povyshenie stojkosti shtampov dlya holodnoj shtampovki. — Leningrad: Leningradskij dom nauchno-tehnicheskoy propagandy. — 1960 (in Russian)
2. **Zubcov M.E., Korsakov V.D.** Stojkost' shtampov. — Leningrad: Mashinostroenie. — 1971 (in Russian)
3. **Konstrukcionnye materialy: Spravochnik** / pod red. B.N. Arzamasova. — M.: Mashinostroenie. — 1990 (in Russian)
4. **Shejnerman V.M.** Stali dlya shtampov holodnogo deformirovaniya. — Latvjskij respublikanskij institut nauchno-tehnicheskoy informacii i propagandy. — 1969 (in Russian)
5. **Pazdniakou E.P., Stepankin I.N.** Osobennosti kontakt-nogo iznashivaniya diffuzionno-uprochnennyh sloev ekonomno-legirovannyh stalej // XXVI Mezhdunarodnaya innovacionno-orientirovannaya konferenciya molodyh uchyonyh i studentov (MIKMUS—2014): materialy konferencii (Moskva, 17—19 dekabrya 2014 goda). — M: Izd-vo IMASH RAN. — 2014, 255—259 (in Russian)
6. **Vydavlivanie rel'efnyh polostej v for-moobra-zuyushchih detaljah tekhnologicheskoy osnastki:** Ru-kovodyashchij tekhnicheskij material 37.002.0195—81. — Gor'kij. — 1983 (in Russian)
7. **Rudenko S.P. i [dr.]** Mikrostruktura uprochnnyonyh slojov vysokonapryazhyonyh zubchatyh kolyos iz hromonikelevykh stalej // Izvestiya Nacional'noj akademii nauk Belarusi. — 2011, № 1, 11—17 (in Russian)
8. **Ustrojstvo dlya ispytaniya materialov na kontakt-nuyu ustalost' i iznos:** poleznaya model' 7093 U Resp. Belarus': MPK (2009) G 01N 3/00; data publ.: 28.02.2011 / I.N. Stepankin, V.M. Ken'ko, I.A. Pankratov (in Russian)
9. **R 50—54—30—87** Raschety i ispytaniya na prochnost'. Metody ispytanij na kontaktnuyu ustalost' (in Russian)
10. **Stepankin I.N., Ken'ko V.M.** Stojkost' holodnovysadochnoj osnastki i metody eyo povysheniya. — Gomel': GGTU im. P.O. Suhogo. — 2014 (in Russian)
11. **Karelin E.N., Nikiforov M.E., Tigin A.V.** Zakonomernosti iznashivaniya zub'ev zubchatyh peredach // Uspekhi sovremennogo estestvozna-niya. — 2012, № 6, 75—76 (in Russian)
12. **Vdovin K.N., Gorlenko D.A., Feoktistov N.A.** Vliyanie energii defekta upakovki na abrazivnuyu stojkost' otlivok iz stali Fe—12Mn—1,2C // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Chernaya metallurgiya. — 2016 (59), № 9, 603—609 (in Russian)
13. **Vishnyakov YA.D.** Sovremennye metody isledovaniya struktury deformirovannykh kristallov. — M.: Metal-lurgiya. — 1975 (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](mailto:Fwj@tut.by)

