

УДК 665.9.046

## Разработка и опыт внедрения нового импортозамещающего закалочного масла для термообработки стали

Д.Г. Тюленев<sup>1</sup>, В.В. Майстренко<sup>2</sup>, А.Н. Абрамов<sup>1</sup>, Т.И. Гильманов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ООО «Хозрасчётный творческий центр Уфимского авиационного института»,  
ул. Набережная, д. 122, г. Уфа 450057, Россия

<sup>2</sup>ООО «Триэс»,  
г. Ростов-на-Дону, Россия

Поступила в редакцию 04.08.2025.

В работе рассмотрены вопросы разработки и применения отечественного закалочного масла при термообработке упругих клемм для рельсовых креплений. Представлены результаты лабораторных сравнительных испытаний разработанного масла, и его импортного аналога. Исследования влияния охлаждающих свойств закалочных масел на твёрдость и структуру проводили при термообработке образцов из стали 38Si7, применяемой для изготовления упругих клемм. Охлаждающие свойства закалочных масел оценивали с помощью установки по определению охлаждающих характеристик технологических и закалочных сред УЗС-2. Показано, что разработанный опытный образец закалочного масла обеспечивает максимальную скорость охлаждения 94,2 °C/с, температуру при максимальной скорости охлаждения 615,8 °C, время охлаждения до 600 °C за 7,03 с, время охлаждения до 400 °C за 10,3 с, время охлаждения до 200 °C за 39,3 с, скорость охлаждения при 300 °C соответствует 7,84 °C/с. При этом твёрдость заготовок из стали 38Si7 после закалки составляет 53,2—54,6 HRC. В результате проведённых промышленных испытаний установлено, что разработанное закалочное масло соответствует требованиям технологического процесса термообработки упругих клемм для рельсовых креплений из стали 38Si7 и позволяет снизить затраты на приобретение импортного аналога.

**Ключевые слова:** закалка, закалочное масло, термообработка, охлаждающие характеристики, твёрдость, микроструктура, упругие клеммы рельсовых креплений.

**DOI:** 10.32864/0202-4977-2025-46-4-383-390

---

**Адрес для переписки:**

Д.Г. Тюленев  
ООО «Хозрасчётный творческий центр Уфимского авиационного института», ул. Набережная, д. 122, г. Уфа 450057, Россия  
e-mail: zavlab@rosoil.ru

**Для цитирования:**

Д.Г. Тюленев, В.В. Майстренко, А.Н. Абрамов, Т.И. Гильманов.  
Разработка и опыт внедрения нового импортозамещающего закалочного масла для термообработки стали.  
Трение и износ.  
2025. — Т. 46, № 4. — С. 383–390.  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2025-46-4-383-390

---

**Address for correspondence:**

D.G. Tyulenev  
LLC «Self-Supporting Creative Center of the Ufa Aviation Institute»,  
St. Naberezhnaya, 122, Ufa 450057, Russia  
e-mail: zavlab@rosoil.ru

**For citation:**

D.G. Tyulenev, V.V. Maistrenko, A.N. Abramov, and T.I. Gilmanov.  
[Development and Implementation of a New Import-Substituting Tempering Oil for Steel Heat Treatment].  
Trenie i Iznos.  
2025, vol. 46, no. 4, pp. 383–390 (in Russian).  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2025-46-4-383-390

# Development and Implementation of a New Import-Substituting Tempering Oil for Steel Heat Treatment

D.G. Tyulenev<sup>1</sup>, V.V. Maistrenko<sup>2</sup>, A.N. Abramov<sup>1</sup>, and T.I. Gilmanov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LLC «Self-Supporting Creative Center of the Ufa Aviation Institute»,  
St. Naberezhnaya, 122, Ufa 450057, Russia

<sup>2</sup>LLC «Tries», Rostov-on-Don, Russia.

Received 04.08.2025.

## Abstract

The paper discusses the development and application of domestic hardening oil during the heat treatment of elastic terminals for rail fasteners. The paper presents the results of laboratory comparative tests of the developed oil and its imported counterpart. The study of the effect of the cooling properties of hardening oils on the hardness and structure was conducted during the heat treatment of samples made of 38Si7 steel, which is used for the production of elastic terminals. The cooling properties of hardening oils were evaluated using the UZS-2 device for determining the cooling characteristics of technological and hardening media. It has been shown that the developed prototype of the quenching oil provides a maximum cooling rate of 94.2 °C/s, a maximum cooling rate temperature of 615.8 °C, a cooling time of 7.03 s to 600 °C, a cooling time of 10.3 s to 400 °C, a cooling time of 39.3 s to 200 °C, and a cooling rate of 7.84 °C/s at 300 °C. At the same time, the hardness of the 38Si7 steel blanks after hardening is 53.2—54.6 HRC. As a result of the industrial tests, it was found that the developed hardening oil meets the requirements of the technological process of heat treatment of elastic terminals for rail fasteners made of 38Si7 steel and allows to reduce the cost of purchasing an imported analogue.

**Keywords:** quenching, quenching oil, heat treatment, cooling characteristics, hardness, microstructure, elastic terminals of rail fasteners.

**DOI:** 10.32864/0202-4977-2025-46-4-383-390

---

## Адрес для переписки:

Д.Г. Тюленев  
ООО «Хозрасчётный творческий центр Уфимского авиационного института», ул. Набережная, д. 122, г. Уфа 450057, Россия  
e-mail: zavlab@rosoil.ru

## Для цитирования:

Д.Г. Тюленев, В.В. Майстренко, А.Н. Абрамов, Т.И. Гильманов.  
Разработка и опыт внедрения нового импортозамещающего закалочного масла для термообработки стали.

Трение и износ.

2025. — Т. 46, № 4. — С. 383–390.

**DOI:** 10.32864/0202-4977-2025-46-4-383-390

---

## Address for correspondence:

D.G. Tyulenev  
LLC «Self-Supporting Creative Center of the Ufa Aviation Institute»,  
St. Naberezhnaya, 122, Ufa 450057, Russia  
e-mail: zavlab@rosoil.ru

## For citation:

D.G. Tyulenev, V.V. Maistrenko, A.N. Abramov, and T.I. Gilmanov.  
[Development and Implementation of a New Import-Substituting Tempering Oil for Steel Heat Treatment].

*Trenie i Iznos.*

2025, vol. 46, no. 4, pp. 383–390 (in Russian).

**DOI:** 10.32864/0202-4977-2025-46-4-383-390

## Список использованных источников

1. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов: 5-е издание. — М.: Ленанд. — 2024
2. Мезин И.Ю., Гун Г.С., Чукин М.В., Крамзина Л.В. Совершенствование процессов формирования качества прутковой заготовки из стали 40С2 для производства пружинных изделий // Качество в обработке материалов. — 2015, № 1(3), 35—44
3. Somnath K., Keshari K.K., Kumar S., Chatterjee A., S. Ghosh S., Bhakat A.K., and Sarkar B. Development of Si-Mn Alloyed Spring Steels Suitable for Elastic Rail Clip (ERC) Application // International Journal of Metallurgical Engineering. — 2015 (4), no. 1, 1—5. DOI: 10.5923/j.ijmee.20150401.01
4. Кривошапов В.В., Вершигора С.М., Мезин И.Ю., Чукин В.В. Разработка и совершенствование технологии производства пружинных клемм // Производство проката. — 2000, № 7, 21—24
5. Mezin I.Yu., Gun I.G., Limarev A.S., and Mikhailovskiy I.A. Some Aspects of Launching the Production of Spring Clips for Rail Fastenings // CIS Iron and Steel Review. — 2016 (12), 26—31
6. Носков Ф.М., Квеглис Л.И., Носков М.В. Технология и оборудование термической и химико-термической обработки // Теория и технология термической обработки металлов и сплавов: учебное пособие. — Красноярск: Сибирский федеральный университет. — 2018. ISBN: 978-5-7638-3921-0
7. Scott McKenzie D. Selection of Quench Oils for Heat Treatment Processes // Int. Heat Treat. — 2014 (8), no. 1, 8—14
8. Шолом В.Ю., Абрамов А.Н., Казаков А.М., Шолом А.В., Иванов В.В. Установка для определения охлаждающих характеристик технологических сред // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка металлов давлением. — 2014, № 5, 30—33
9. Установка для определения охлаждающей способности технологических сред: пат. 2699698 Российская Федерация, МПК C21D 11/00 G01N 25/20; заявитель и патентообладатель ООО ХТЦ УАИ. Заявлено 12.07.2018. Оpubл. 09.09.2019. Бюл. № 25 / А.В. Шолом, А.Б. Поляков, Д.Г. Тюленев и др.
10. ISO 9950:1995(E). Industrial Quenching Oils Determination of Cooling Characteristics - Nickel-Alloy Probe Test Method. — Geneva: International Organization for Standardization. — 1995
11. Тюленев Д.Г., Шолом В.Ю., Абрамов А.Н., Пузырьков Д.Ф. Влияние охлаждающих свойств закалочных жидкостей и режимов термообработки на твердость стали 40С2 // Транспортное машиностроение. — 2024, № 1(25), 4—12
12. Prabhu K.N. and Fernandes P. Effect of Surface Roughness on Metal-Quench Liquid Interfacial Heat Transfer and Microstructure Evolution // Materials

and Design. — 2007 (28), 544—550

13. Fernandes P. and Prabhu K.N. A Comparative Study on Heat Transfer and Wetting Behavior of Conventional and Bio-Quenchants for Industrial Heat Treatment // Int. Journal of Heat and Mass Transfer. — 2008 (51), 526—538

## References

1. Novikov I.I. Theory of Metal Heat Treatment: 5th Edition. — M.: Lenand. — 2024 (in Russian)
2. Mezin I.Yu., Gun G.S., Chukin M.V., Kramzina L.V. Improving the processes of forming the quality of 40S2 steel bars for the production of spring products // Quality in the processing of materials. — 2015, № 1(3), 35—44 (in Russian)
3. Somnath K., Keshari K.K., Kumar S., Chatterjee A., S. Ghosh S., Bhakat A.K., and Sarkar B. Development of Si-Mn Alloyed Spring Steels Suitable for Elastic Rail Clip (ERC) Application // International Journal of Metallurgical Engineering. — 2015 (4), no. 1, 1—5. DOI: 10.5923/j.ijmee.20150401.01
4. Krivoshchapov V.V., Vershigora S.M., Mezin I.Yu., Chukin V.V. Development and improvement of technology for the production of spring terminals // Production of rolled products. — 2000, № 7, 21—24 (in Russian)
5. Mezin I.Yu., Gun I.G., Limarev A.S., and Mikhailovskiy I.A. Some Aspects of Launching the Production of Spring Clips for Rail Fastenings // CIS Iron and Steel Review. — 2016 (12), 26—31
6. Noskov F.M., Kveglis L.I., Noskov M.V. Technology and Equipment for Thermal and Chemical-Thermal Treatment // Theory and Technology of Thermal Treatment of Metals and Alloys: A Textbook. — Krasnoyarsk: Siberian Federal University. — 2018. ISBN: 978-5-7638-3921-0 (in Russian)
7. Scott McKenzie D. Selection of Quench Oils for Heat Treatment Processes // Int. Heat Treat. — 2014 (8), no. 1, 8—14
8. Sholom V.Yu., Abramov A.N., Kazakov A.M., Sholom A.V., Ivanov V.V. Installation for determining the cooling characteristics of technological media // Forging and stamping production. Metal forming. — 2014, № 5, 30—33 (in Russian)
9. Plant for Determining Cooling Capacity of Process Media: pat. 2699698 Russian Federation, MPK C21D 11/00 G01N 25/20; applicant and patent holder LLC HTC UAI. Declared 12.07.2018. Publ. 09.09.2019. Bul. № 25 / A.V. Sholom, A.B. Polyakov, D.G. Tyulenev, etc (in Russian)
10. ISO 9950:1995(E). Industrial Quenching Oils Determination of Cooling Characteristics - Nickel-Alloy Probe Test Method. — Geneva: International Organization for Standardization. — 1995
11. Tyulenev D.G., Sholom V.Yu., Abramov A.N., Puzyrkov D.F. Influence of cooling properties of quenching liquids and heat treatment modes on steel hardness 40S2 // Transport Engineering. — 2024,

- no. 1(25), 4—12 (in Russian)
12. **Prabhu K.N. and Fernandes P.** Effect of Surface Roughness on Metal-Quench Liquid Interfacial Heat Transfer and Microstructure Evolution // Materials and Design. — 2007 (**28**), 544—550
13. **Fernandes P. and Prabhu K.N.** A Comparative Study on Heat Transfer and Wetting Behavior of Conventional and Bio-Quenchants for Industrial Heat Treatment // Int. Journal of Heat and Mass Transfer. — 2008 (**51**), 526—538

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)