

Научная статья

УДК 669.15

Изотермическая закалка крупногабаритных деталей с применением охлаждения на воздухе после цементации

Михаил Васильевич Майсурадзе¹, Юрий Вячеславович Юдин²,
Дмитрий Игоревич Лебедев³

^{1,2,3} Уральский федеральный университет им. первого Президента
России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

³ Институт физики металлов им. М. Н. Михеева УрО РАН, Екатеринбург, Россия

¹ m. v. maisuradze@urfu.ru

Аннотация. Была проведена изотермическая обработка среднелегированной стали мартенситного класса с применением воздушных сред. Была исследована микроструктура стали после термообработки. Так же была проведена изотермическая обработка с применением воздушных сред после предварительной цементации.

Ключевые слова: сталь, термическая обработка, микроструктура, механические свойства, прочность, цементация, изотермическая закалка

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке постановления № 211 Правительства Российской Федерации, контракт № 02.а03.21.0006, в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ, проект № 11.1465.2014/к, а также в рамках государственного задания ИФМ УрО РАН, тема «Лазер».

Original article

Isothermal Hardening of Large-Sized Parts Using Air Cooling After Carburization

Michael V. Maisuradze¹, Yuri V. Yudin², Dmitriy I. Lebedev³

^{1,2,3} Ural Federal University named after the first President
of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

³ M. N. Mikheev Institute of Metal Physics, Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

¹ m. v. maisuradze@urfu.ru

Abstract. Isothermal treatment of medium-alloy steel of the martensitic class was carried out using air media. The microstructure of the steel after heat treatment was investigated. Isothermal treatment was also carried out using air media after preliminary carburization.

Keywords: steel, heat treatment, microstructure, mechanical properties, strength, carburization, isothermal hardening

Funding. The work was carried out with the financial support of decree no. 211 of the government of the Russian Federation, contract No. 02.a03.21.0006, within the framework of the state task of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, project No. 11.1465.2014/k, as well as within the framework of the state task of the IFM Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, the topic “Laser”.

Химический состав исследуемой стали следующий, мас. %: С — 0,22; Cr — 1,96; Mn — 2,02; Si — 0,96; Ni — 1,09; Mo — 0,31 [1; 2]. Была проведена промышленная термическая обработка крупногабаритных деталей по следующим режимам:

- 1) аустенитизация при 900 °С, 1,5 ч, охлаждение на воздухе до температуры 320 °С, изотермическая выдержка при температуре 320 °С, 4 ч, охлаждение на спокойном воздухе, отпуск 180 °С, 3 ч;
- 2) цементация (940 °С, 18 ч), охлаждение на воздухе до температуры 320 °С, изотермическая выдержка при температуре 320 °С, 4 ч, охлаждение на спокойном воздухе, отпуск 180 °С, 3 ч.

В результате реализации изотермической закалки на воздухе стальной детали из исследуемой стали по всему сечению тонкой и массивной частей сформировалась пакетная микроструктура (рис. 1) с твердостью 44–46 HRC. Результаты механических испытаний представлены в табл.

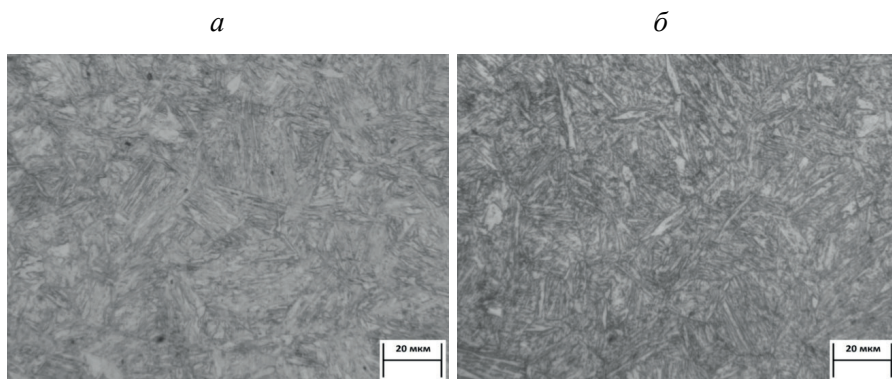


Рис. 1. Микроструктура детали переменного сечения из исследуемой стали после изотермической закалки на воздухе в промышленных условиях:

a — тонкая часть; *б* — массивная часть

Механические свойства детали после изотермической закалки
в промышленных условиях

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_b , МПа	δ , %	ψ , %	KCV, МДж/м ²
100	1255	1450	12,5	54	0,73
170	1220	1450	12,5	52	0,63

С целью повышения износостойкости детали была реализована газовая цементация, позволившая получить на поверхности исследуемой стали диффузионный слой толщиной 1,5 мм с повышенным содержанием углерода.

В результате последующей изотермической закалки в поверхностном слое сформировалась микроструктура высокоуглеродистого мартенсита и остаточного аустенита с твердостью 55–58 HRC (рис. 2, *a*), а в сердцевине — пакетная мартенсито-бейнитная микроструктура с твердостью 45–46 HRC (рис. 2, *б*).

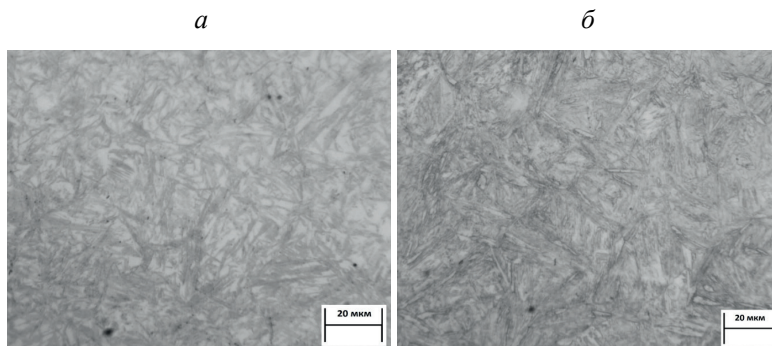


Рис. 2. Микроструктура детали из исследуемой стали после реализации изотермической заковки на воздухе после цементации:
а — поверхность; *б* — сердцевина

Механические свойства основного металла после такой химико-термической обработки существенно не отличаются от результатов изотермической заковки без предварительной цементации.

Список источников

1. Maisuradze M. V., Ryzhkov M. A., Lebedev D. I. Microstructure and Mechanical Properties of Martensitic High-Strength Engineering Steel // Metallurgist. 2020. Vol. 7. P. 640–651.
2. Майсурадзе М. В., Юдин Ю. В., Лебедев Д. И. Термоупрочнение на воздухе крупногабаритных деталей из высокопрочной экономнолегированной стали // Сталь. 2020. № 5. С. 61–66.

References

1. Maisuradze M. V., Ryzhkov M. A., Lebedev D. I. Microstructure and Mechanical Properties of Martensitic High-Strength Engineering Steel // Metallurgist. 2020. Vol. 7. P. 640–651.
2. Maisuradze M. V., Yudin Yu. V., Lebedev D. I. Thermal Strengthening of Large Parts Made from High-Strength Sparingly Doped Steel in Air // Steel in Translation. 2020. No. 50. P. 356–362.