

Научные тезисы

УДК 537.622

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ МЕТАСТАБИЛЬНОЙ СТАЛИ AISI 321
ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАЗЛИЧНЫХ НАГРУЗОК
ПРИ ПОВЕРХНОСТНОЙ ФРИКЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ

**Евгения Александровна Путилова^{*}, Лариса
Сергеевна Горулева, Сергей Михайлович Задворкин,
Полина Андреевна Скорынина**

ИМАШ УрО РАН, Екатеринбург, Россия

^{*} *tuevaevgenya@mail.ru*

Аннотация. В работе было проведено исследование изменения микро-структуры и физико-механических свойств коррозионностойкой стали AISI 321 при фрикционной обработке поверхности скользящим полусферическим индентором при варьировании нагрузок на индентор. Установлена нагрузка, при превышении которой на поверхности количество образовавшегося мартенсита деформации максимально и не изменяется. Показано, что в процессе подобной фрикционной обработки формируется градиентная структура.

Ключевые слова: поверхностная фрикционная обработка, коррозионно-стойкая аустенитная сталь, деформационное упрочнение

Финансирование: работа выполнена в рамках государственного задания (№ государственной регистрации АААА-А18-118020790148-1).

Scientific theses

CHANGE IN THE STRUCTURE AND PHYSICAL
AND MECHANICAL PROPERTIES OF METASTABLE
STEEL AISI 321 UNDER THE ACTION OF VARIOUS LOADS
DURING SURFACE FRICTION TREATMENT

**Evgeniia A. Putilova^{*}, Larisa S. Goruleva, Sergey M. Zadvorkin,
Polina A. Skorynina**

IMASH UrO RAS, Yekaterinburg, Russia

* *tuevaevgenya@mail.ru*

Abstract. This work contains the results of the investigation of changes in the microstructure and physical and mechanical properties of corrosion-resistant steel AISI 321 during frictional surface treatment with a sliding hemispherical indenter with varying loads on the indenter. A load is established, above which the amount of deformation martensite formed on the surface is maximum and does not change. It is shown that in the process of such a frictional treatment, a gradient structure is formed.

Keywords: frictional surface treatment, corrosion resistant austenitic steel, strain hardening

Funding: the work was carried out within the framework of the state task (state registration No. AAAA18-118020790148-1).

Разрушение многих деталей и элементов конструкций в виду контактного взаимодействия, влияния коррозии, изнашивания и т. п. зачастую начинается в поверхностном слое [1; 2]. Для увеличения срока службы детали, а также уровня механических и эксплуатационных характеристик материала, из которого она изготовлена, применяются различные виды поверхностного упрочнения методами интенсивной пластической деформации: дробеструйная, ультразвуковая, фрикционная и пр. [3]. При подобных видах обработки происходит формирование градиентной структуры металла в приповерхностных слоях, чаще всего с формированием нано- или ультрамелкодисперсной структуры [2; 4]. Основным преимуществом градиентной структуры является формирование повышенного уровня механических и эксплуатационных свойств на поверхности изделий, что позволяет увеличить срок их службы.

В работе проведено исследование микроструктуры и физико-механических характеристик коррозионной стали AISI 321 после фрикционной обработки скользящим полусферическим индентором при разных нагрузках на индентор с целью выявления оптимального значения нагрузки при фрикционной обработке, чтобы получить равномерно упрочненный слой с высоким качеством поверхности и уровнем прочностных характеристик. Фрикционная обработка проводилась на лабораторной установке, созданной на базе поперечно-строгального станка при возвратно-поступательном движении индентора по схе-

ме «полусферический индентор — плоский образец». При обработке использовали скользящий полусферический индентор из синтетического алмаза с радиусом полусферы $R = 3$ мм. Нормальную нагрузку на индентор варьировали от 49 до 392 Н. Обработку осуществляли в безокислительной атмосфере аргона.

По результатам микроструктурных исследований было показано, что в поверхностном слое формируется градиентная структура с формированием разных переходных зон. В тонком поверхностном слое толщиной до 20 мкм формируется сильнодеформированная ультрамелкодисперсная структура. Следующий переходный слой составляет порядка 60–80 мкм. Таким образом, в слое до 100 мкм структура преимущественно состоит из мартенсита. Причем образование мартенсита и его количество оценивалось методом рентгеноструктурного анализа, а также по измерениям значений намагниченности насыщения образцов. Формирование мартенсита в поверхностном слое приводит к возрастанию значений твердости и механических характеристик. Выявлено, что увеличение нагрузки на индентор при обработке приводит к росту значений твердости в тонком поверхностном слое и хорошо коррелирует с количеством мартенсита, образующимся в поверхностном слое после определенной нагрузки.

Определено, что контроль образования ферромагнитной фазы (мартенсита деформации) в поверхностном слое при фрикционной обработке можно проводить с применением таких информативных параметров, как намагниченность насыщения, анализ изменения петель гистерезиса при перемагничивании в переменном поле, а также измерением параметров магнитных шумов Баркгаузена.

Список источников

1. Lu K., Lu J. Nanostructured surface layer on metallic materials induced by surface mechanical attrition treatment // *Mat. Sci. & Eng. A*. 2004. V. 375–377. P. 38–45.
2. Savrai R. A., Osintseva A. L. Effect of hardened surface layer obtained by frictional treatment on the contact endurance of the AISI 321 stainless steel under contact gigacycle fatigue tests // *Mat. Sci. & Eng. A*. 2021. V. 802. P. 140679.
3. Развитие методов поверхностного деформационного наноструктурирования сталей / А. В. Макаров [и др.] // *МиТОМ*. 2020. № 1 (775). С. 62–69.

4. Characterization of gradient properties generated by SMAT for a biomedical grade 316L stainless steel / Y. Wu [et al.] // *Mat. Characterization*. 2019. V. 155. P. 109788.

References

1. Lu K. Nanostructured surface layer on metallic materials induced by surface mechanical attrition treatment / K. Lu, J. Lu // *Mat. Sci. & Eng. A*. 2004. V. 375–377. P. 38–45.

2. Savrai R. A. Effect of hardened surface layer obtained by frictional treatment on the contact endurance of the AISI 321 stainless steel under contact gigacycle fatigue tests / R. A. Savrai, A. L. Osintseva // *Mat. Sci. & Eng. A*. 2021. 802. 140679.

3. Makarov A. V. Development of methods for surface deformation nanostructuring of steels / A. V. Makarov, etc. // *Met. Sci. and Heat Treat*. 2020. No. 1 (775). Pp. 62–69.

4. Wu Y. Characterization of gradient properties generated by SMAT for a biomedical grade 316L stainless steel / Y. Wu, etc. // *Mat. Characterization*. 2019. 155. 109788.