

Колесніков В.О.^{1,2}
Балицький О.І.^{1,3}
Гаврилюк М.Р.¹
Ревякіна О.О.²

КОНЦЕПЦІЯ ВРАХУВАННЯ СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО СТАНУ ЕКСПЛУАТОВАНИХ МАТЕРІАЛІВ В ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННІ ПРИ ПРОВЕДЕННІ РЕМОНТІВ З ЗАСТОСУВАННЯМ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

¹Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів, Україна.

²ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна.

³Західнопоморський технологічний університет, Щецін, Польща.

Анотація

В тезах наведено концепцію, що враховує зміну структурно-фазового стану матеріалу протягом тривалої експлуатації на фізико-механічні та робочі властивості сталей, що зазнають механічної обробки під час проведення ремонтних робіт.

Ключові слова: сталь, тривала експлуатація, робочі властивості, енергомашинобудування, механічна обробка, 38ХНЗМФА.

Деталі в енергомашинобудуванні виготовлені зі сталі 38ХНЗМФА експлуатуються протягом тривалого періоду, наприклад, впродовж 250 тис. годин та зазнають комплексного впливу технологічних середовищ, внаслідок чого змінюються їх фізико-механічні, експлуатаційні та робочі властивості. Якщо матеріал деталі зазнає деградації (або виникають якісь види пошкоджень), то може виникнути необхідність проведення механічної обробки [1 - 3].

Досліджували зразки виготовлені зі сталі 38ХНЗМФА: 1) які не зазнавали деградації (у стані поставки); 2) після різних режимів термічної обробки; 3) вирізані з валу ротора турбогенератора (з не деградованих ділянок); 4) вирізані з валу ротора турбогенератора (з деградованих ділянок).

Мікроструктура досліджуваних сплавів (гартування + відпуск за різними температурами) складалась з різних форм перлітно-феритної суміші: трооститу, сорбіту та бейніту. Міжпластинчаста відстань в сорбіті 0,2 мкм (310 НВ) в перліті 0,5-1,0 мкм (210 НВ). Троостит гартування (400 НВ), містив пластинчастий цементит. Бейніт (верхній) (360 НВ) складався з суміші часток пересичених вуглецем фериту і карбиду заліза. Розмір зерна в сталі ротора турбогенератора після остаточної термічної обробки знаходився в межах 25 - 35 мкм.

Одним з індикаторів, що дозволяє оперативно відслідковувати протікання технологічних процесів є ідентифікація зовнішнього вигляду стружки (продуктів різання) див. рис. 1.

Нами встановлено, що під час проведення ремонтних робіт на деградованих ділянках матеріалів, серед продуктів різання присутні «крихти» (рис.1г), тобто уламки матеріалу (не сформовані у вигляді «звичайної» стружки), що зазнали деградаційних процесів.



Рис. 1. Стружки утворенні при точінні сталі 38ХНЗМФА на сухо (200 об/хв) після: у стані поставки – а; ковки (технологічна операція - обдирка) – б; термообробки – в; тривалої експлуатації в у водневовмісному середовищі – з (дрібна «крихка» стружка - I).

Встановлено, що в матеріалі, що зазнав деградації, вміст легувальних елементів в карбідній фазі збільшується, а в твердому розчині металевої матриці зменшується у порівнянні з вихідним станом. Інтенсифікація дифузійних процесів підвищує збільшення концентрації карбидоутворюючих елементів: по границях зерен та в карбідах. У спеціальних карбідах зафіксовано збільшення вмісту: хрому та ванадію – в 1,05 – 1,65 рази, молібдену – в 2,22 – 2,85 рази. Разом з тим, відбувається розпад перліту за рахунок перетворення до карбідної фази.

Проведено електрохімічні дослідження (в т.ч. аналіз поляризаційних кривих) для зразків матеріалу вирізаних з різних за ступенем деградації ділянок валу ротора турбогенератора характеризуються нижчим на 8...17 % опором корозії порівняно зі сталями у вихідному стані.

Корозійно-втомна витривалість для матеріалів, вирізаних з різних ділянок валу ротора турбогенератора, що зазнавали різного ступеня деградації виявилась нижчою на 20...30% у порівнянні зі зразками сплавів у стані поставки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Колесніков В.О. Дослідження механічної обробки аустенітної високоазотної сталі // Матеріали І міжнародної науково-технічної конференції “Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2019”, 13 - 15 травня 2019 р., м. Вінниця. - С. 206 – 208.
2. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Havrylyuk, M.R. Influence of Lubricating Liquid on the Formation of the Products of Cutting of 38KhN3MFA Steel. *Materials Science*. Volume 54, Issue 5, 15 March 2019, Pages 722-727. DOI: 10.1007/s11003-019-00238-7.
3. Balyts'kyi O.I, Kolesnikov V.O., Havrylyuk M.R. Influence of modification of 38KhN3MFA steel on the structural-phase state and cutting products under variable technological conditions // *Materials Science (Springer)*. - 2020. – Vol.55, N 6. – P. 915-920. (WOS, Scopus). <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00387-0>
<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11003-020-00387-0>.

Колесніков Валерій Олександрович - к.т.н, науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів, Україна; доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти. ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна. e-mail: kolesnikov197612@gmail.com.

Балицький Олександр Іванович - д.т.н. провідний науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України, м. Львів, Західнопоморський технологічний університет, м. Щецин, Польща, професор e-mail: abalitskii@hotmail.com

Гаврилюк Марія Романівна - к.т.н, науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів, Україна.

Ревякіна Ольга Олександрівна - к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна, e-mail: olga.0509239777@gmail.com.

THE CONCEPT OF TAKING INTO ACCOUNT THE STRUCTURAL-PHASE CONDITION OF EXPLOITED MATERIALS IN ENERGY MACHINE-BUILDING DURING REPAIRS FOR THE APPLICATION OF MACHINING

Abstract.

The abstracts present a concept that takes into account the change in the structural and phase state of the material during long-term operation on the physical-mechanical and working properties of steels that undergo mechanical processing during repair work.

Keywords: steel, long-term operation, performance, power engineering, machining.

Kolesnikov Valeriy - Ph.D., researcher of the Department of Strength of Materials and Structures in Hydrogen-Containing Environments of the Physico-Mechanical Institute named after G.V. Karpenko National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine; Associate Professor of Production Technology and Vocational Education. DZ "Luhansk Taras Shevchenko National University", Starobilsk, Ukraine. e-mail: kolesnikov197612@gmail.com.

Balytsky Oleksandr - Doctor of Technical Sciences leading researcher of the department of strength of materials and structures in hydrogen-containing media of the Institute of Physics and Mechanics. GV Karpenko National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, West Pomeranian University of Technology, Szczecin, Poland, Professor e-mail: abalitskii@hotmail.com

Gavrilyuk Maria - Ph.D., researcher of the department of strength of materials and structures in hydrogen-containing media of the Institute of Physics and Mechanics. G.V. Karpenko NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine.

Revyakina Olga - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Production Technologies and Vocational Education, Taras Shevchenko Luhansk National University, Starobilsk, Ukraine, e-mail: olga.0509239777@gmail.com.