

## ВПЛИВ РІЗНИХ ВИДІВ ОБРОБКИ НА НЕПРУЖНІ ВЛАСТИВОСТІ СТАЛІ ШХ-15

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Проведені дослідження впливу попередньої деформації і азотування на мікропластичність сталі ШХ-15 методом механічної спектроскопії в сукупності з методами рентгеноструктурного, металографічного та диференціального магнітного аналізу. Встановлено, що ці види обробки змінюють структурний стан сталі і, відповідно, її мікропластичність. Показано, що мікропластична деформація як в деформованих, так і азотованих зразках відбувається стадійно. Різниця спостерігається в рівні внутрішнього тертя, величині критичних амплітуд деформації, значенні тангенса кута нахилу кривої внутрішнього тертя до осі амплітуд деформації та величині окремих стадій. На розвиток пластичної деформації суттєво впливають фазові перетворення та дифузійні процеси, що можуть бути причиною появи відпускної крихкості.

**Ключові слова:** мікропластичність, внутрішнє тертя, відпускна крихкість, гартування, азотування, гідропресування, дислокації.

### Abstract

The investigations of the effect of pre-deformation and nitriding on the microplasticity of steel ШХ-15 by the method of mechanical spectroscopy in combination with methods of X-ray diffraction, metallographic and differential magnetic analysis are carried out. It has been established that these types of processing change the structural state of steel and, accordingly, its microplasticity. It is shown that the microplastic deformation in deformed and nitrogen samples is staged. The difference is observed in the level of internal friction, the magnitude of the critical deformation amplitudes, the value of the tangent of the angle of inclination of the internal friction curve to the deformation amplitude axis and the individual stages of the magnitude. The development of plastic deformation is essentially influenced by phase transformations and diffusion processes, which may be the cause of the release of fragility.

**Keywords:** microplasticity, internal friction, release britt, hardening, nitriding, hydropressing, dislocation.

Надійність і довговічність окремих елементів машин різних областей техніки в значній мірі визначається їх стійкістю та міцнісними характеристиками [1]. В зв'язку з цим, в останній час ведуться пошуки принципово нових прогресивних технологій обробки металічних матеріалів на основі знання механізмів і кінетики фазових та структурних перетворень, які відбуваються в них, з врахуванням стану кристалічної решітки, наявності дефектів структури та процесів їх взаємодії і перерозподілу.

Одним із важливих процесів покращення технологічних властивостей матеріалів є процес азотування. Поряд з іншими він широко застосовується для зміцнення приповерхневих шарів деталей підшипників. При цьому великого значення набуває вивчення кінетики зміни фізико-механічних властивостей приповерхневих шарів металічних матеріалів під дією хіміко-термічних обробок. Аналіз літературних даних свідчить про те, що стан поверхні і приповерхневого шару специфічно впливає на процеси крихкого і стомленого руйнування. Особливо великий вплив при поверхневого шару на розвиток мікро-пластичної деформації, яка в діапазоні, де розвиваються ці процеси, починається з поверхні.

В даній роботі проведені дослідження впливу попередньої деформації і азотування на мікропластичність сталі ШХ15 методом механічної спектроскопії в сукупності з методами рентгеноструктурного, металографічного та диференціального магнітного аналізу. Результати показали наступне.

Деформація сталі ШХ 15 методом гідропресування призводить до формування коміркової дислокаційної структури. Розмір комірок залежить від ступені деформації й дисперсності карбідної фази. Зі збільшенням ступеня деформації росте досконалість коміркової структури й зменшується розмір комірок.

Величина внутрішнього тертя (ВТ) деформованої сталі з підвищенням температури нагрівання до 593 К майже не змінюється. Лише вище цієї температури ВТ різко зростає. Азотування викликає на

кривій ряд непружних ефектів, а також значно більш раннє зростання фону ВТ. Пік ВТ, що проявляється в інтервалі 283-340 К, являє собою суперпозицію двох окремих максимумів при 295 і 313 К. Ще один пік ВТ проявляється на круто зростаючому фоні ВТ при 593 К.

Гартування від 1133 К у масло відпаленого зразка формує на температурній залежності внутрішнього тертя (ТЗВТ) складний розширений непружний ефект, що охоплює інтервал температур 290-600 К і проходить через максимум у районі 483 К. На висхідну й спадаючу його вітки накладаються ряд піків при 463, 493, 523, 543 і 593 К.

Ще один ефект ВТ має місце при 633 К. Аналогічний характер зміни ВТ спостерігається й для загартованого після азотування зразка. При цьому висота розширеного низькотемпературного ефекту ВТ у два рази більша.

Характерним, як для температурних залежностей ВТ, отриманих в амплітудно-залежній області, так і амплітудних залежностей ВТ є наявність гістерезису (неспівпадання кривих ВТ при збільшенні температури і амплітуди деформації і їх зменшенні), що свідчить про протікання в матеріалі мікропластичної деформації. Збільшення напруження, при якому проводились вимірювання температурних залежностей ВТ, призводить до появи деформаційних піків.

З амплітудних залежностей ВТ слідує, що мікропластична деформація при кімнатній температурі як в деформованих, так і азотованих зразках відбувається стадійно. Різниця спостерігається в рівні ВТ, величині критичних амплітуд деформації, значенні тангенса кута нахилу кривої ВТ до осі амплітуд деформації та величині окремих стадій.

Аналіз амплітудних залежностей ВТ, отриманих при вищих температурах, вказує на суттєвий вплив структурних перетворень що відбуваються в матеріалі, на розвиток мікропластичної деформації. Зокрема, в температурному інтервалі 570 – 620 К, за даними рентгеноструктурного аналізу відбувається утворення цементиту і зменшення густини дислокацій. Ймовірно, що центри нової фази утворюються і ростуть на дислокаціях, зменшують їх ефективну довжину (перезакріплюють) і виключають їх, як джерел розсіювання механічної енергії.

Поява піків на часовій залежності ВТ вказує також на вплив дифузійних процесів, які можуть бути причиною відпускнуї крихкості [2].

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Атаманюк В.В., Недыбалюк А.Ф., Яковишен П.А. Влияние химического состава на упрочнение и разупрочнение низколегированных перлитных сталей. ФТТ., К.-Д. В. 18. 1987..с.42-45.
2. Недыбалюк А.Ф. Вплив відпуску на мікропластичність та відпускну крихкість сталі 15Х2МФА. Наукові записки НПУ ім. М.П. Драгоманова. Фізико-математичні науки. К. 2002. В.3, с.88-95.

**Недибалюк Анатолій Федорович** – асистент кафедри загальної фізики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [afnedibalyuk@gmail.com](mailto:afnedibalyuk@gmail.com)

**Nedybalyuk Anatoliy Fedorovich** – assistant of department of General Physics, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia.