

УДК 669.017: 539.374: 539.67

О.В. Мозговий¹, канд. техн. наук, О.П. Чепугов¹, А.В. Тітов²

¹Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,
м. Вінниця, Україна

²Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,
м. Київ

ВПЛИВ ПОВЕРХНЕВОЇ ДЕФОРМАЦІЇ НА МІЦНІСНІ ВЛАСТИВОСТІ СТАЛІ 07X12H2МБФ

The influence of diamond burnishing on structural changes in on 07X12H2МБФ steel was researched by inner friction and micro hardness methods, that enabled to determine optimal regimes for finishing processing of surfaces.

Вступ

У найрізноманітніших сферах діяльності людини широко застосовуються сплави заліза, кобальту, нікелю та хрому.

У процесі виготовлення і експлуатації установок та конструкцій зі сталі важливо спрогнозувати ресурс машин та їх деталей.

На експлуатаційні характеристики при виготовленні деталей із металу значно впливає технологічний фактор. Він визначає зміну властивостей матеріалу заготовки у процесі виконання операцій при виготовленні деталі. Технологічний процес сприяє формуванню мікроструктури матеріалу, досягається певний рівень механічних властивостей і їх розподіл по товщині деталі.

Технологічний процес виготовлення тонкостінного валу газотурбінних двигунів охоплює як складові розкачування, термічну та механічну обробку (точіння, шліфування, полірування) і один із перспективних методів фінішної обробки деталі – алмазне вигладжування.

Алмазне вигладжування полягає у пластичному деформуванні оброблюваної поверхні, що сприяє її зміцненню з низькою шорсткістю і стискаючими залишковими напруженнями, які поширюються на значну глибину. При цьому в місці контакту “інструмент–деталь” відбувається локальний перехід металу до стану плинності, у результаті чого змінюються характеристики поверхневого шару, що в кінцевому підсумку сприяє підвищенню опору втомі деталей при експлуатації [1].

Для високонавантажених деталей, до яких належить вал газотурбінного двигуна, близько 40 % руйнувань припадає на долю втомлюваних пошкоджень.

Границя втомлюваності деталі залежить від зусиль вигладжування і кількості проходів K інструменту поверхнею деталі, меншою мірою – від подачі інструменту S і швидкості V [2].

Використання високочутливих до структурних змін методів внутрішнього тертя і мікротвердості дає змогу отримати інформацію про позитивний вплив величини зусиль на експлуатаційні характеристики валу.

Методика дослідження

Досліджували вплив обробки поверхні пластичним деформуванням на параметри внутрішнього тертя і мікротвердість сталі 07X12H2МБФ. Із цієї сталі були виготовлені вали, що застосовуються для виготовлення газотурбінних двигунів (ГТД).

Зразки для дослідження вирізали електроіскровим методом зі стінок валу вентилятора ГТД, який пройшов повний технологічний цикл. Середні значення основних механічних властивостей матеріалу такі: границя текучості $\sigma_{0,2} = 853$ МПа; границя пропорційності $\sigma_{\text{пл}} =$

823 МПа; границя міцності $\sigma_0 = 910$ МПа; модуль пружності $E = 2,08 \cdot 10^5$ МПа; відносне видовження $\epsilon = 11$ %; відносне звуження $\psi = 49$ %. Розміри зразків – $2 \times 2 \times 80$ мм³.

Було досліджено шість типів зразків, при виготовленні яких застосовували різні режими притискання P алмазного наконечника до поверхні виробу (вал двигуна): 50 Н – 300 Н через кожні 50 Н.

Алмазне вигладжування здійснювали методом вимушеного обертання зразка з лінійною швидкістю V і одночасною подачею S інструменту вздовж контактної поверхні із зусиллям P . Перед алмазним вигладжуванням усю поверхню шліфували.

Мікротвердість вимірювали мікротвердоміром ПМТ-3.

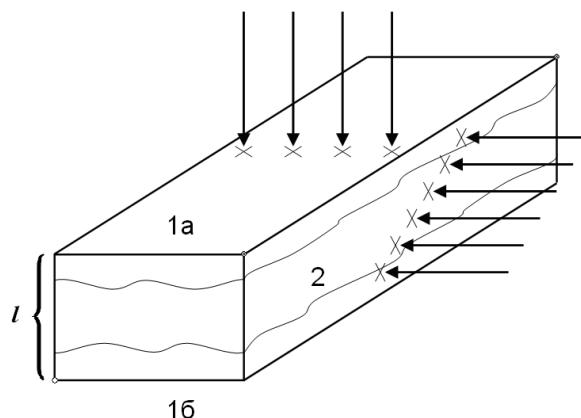


Рис. 1. Схема вимірювання мікротвердості поверхні досліджуваних зразків сталі 07X12H2МБФ, які були піддані фінішній механічній обробці алмазним вигладжуванням

Схему вимірювання мікротвердості поверхні зразків показано на рис. 1. Сторони 1а та 1б були оброблені алмазним вигладжувачем і зазнали структурних змін. Сторона 2 містить ділянки, які структурно змінилися під впливом поверхневої пластичної деформації.

Внутрішнє тертя вимірювали на оберненому крутильному маятнику [3] з частою коливань близько 1Гц. Амплітуду визначали оптичним методом. Амплітуда зсувної деформації не перевищувала $1 \cdot 10^{-3}$ при дослідженні змін внутрішнього тертя від амплітуди. Температурні залежності розсіювання механічної енергії визначали до 550 °С.

Результати та їх обговорення

Результати розсіювання механічної енергії сталевими зразками після різних зусиль притискання алмазного наконечника подані на рис. 2.

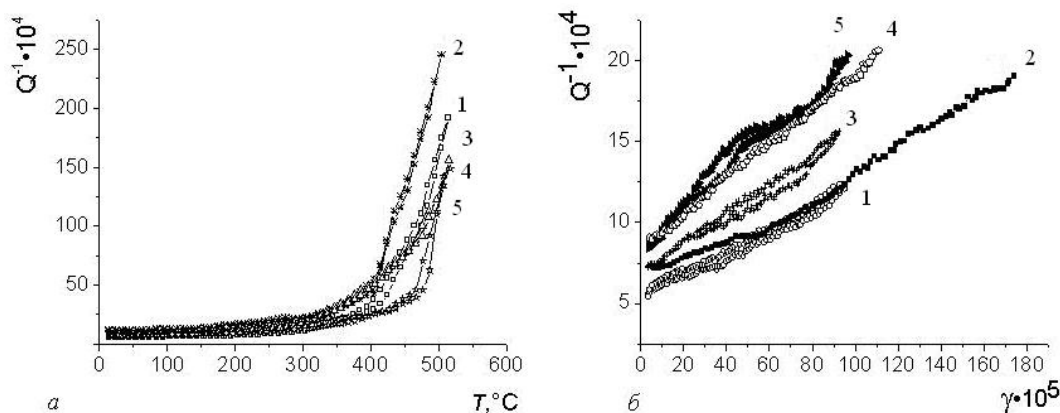


Рис. 2. Температурні (а) та амплітудні (б) залежності внутрішнього тертя сталі 07X12H2МБФ після алмазного вигладжування з різним зусиллям притискання наконечника до поверхні: 1 – 50 Н; 2 – 100 Н; 3 – 150 Н; 4 – 200 Н; 5 – 250 Н

На кривих амплітудної залежності (рис. 2б) спостерігаються збільшення внутрішнього тертя, сили притискання алмазного наконечника і величини деформації. При зменшенні амплітуди деформації у процесі вимірювання внутрішнього тертя криві проходять вище ніж при вимірюваннях, коли амплітуда зростає. Таким чином, на амплітудних залежностях величини розсіювання механічної енергії спостерігається гістерезис, величина якого залежить від режиму механічної фінішної обробки. Найменше значення “гістерезису” спостерігається при зусиллі притискання алмазного наконечника 200 Н. Для сталі 07Х12Н2МБФ максимальна границя витривалості так само спостерігається за вказаного режиму механічної обробки [4].

На температурних залежностях внутрішнього тертя максимумів не виявлено. Але при зниженні температури спостерігається неспівпадання значень внутрішнього тертя за однакових температур. Загалом криві нагадують криву “гістерезису”, аналогічну амплітудній залежності.

Найбільше криві розходяться при температурі 450 °С. Крива охолодження знаходиться вище кривої нагрівання, що свідчить про наявність дефектів кристалічної ґратки, на яких відбувається розсіювання механічної енергії.

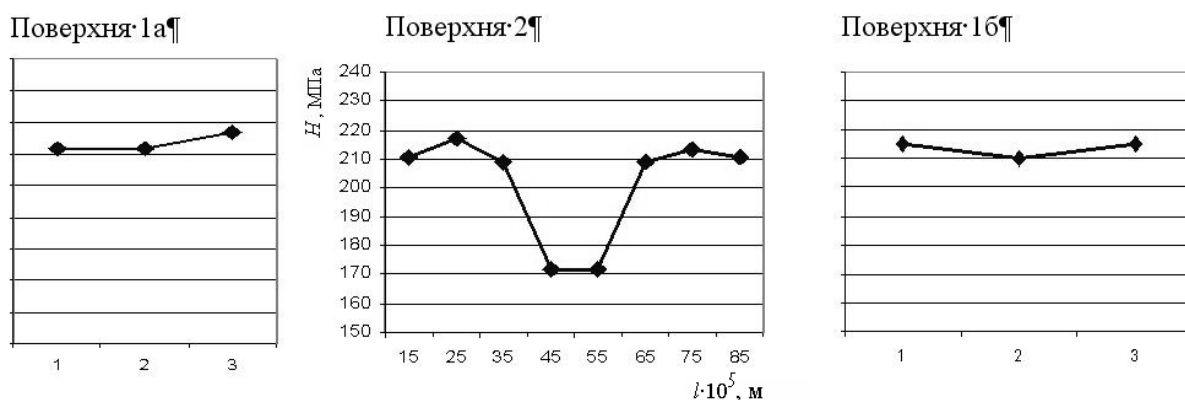


Рис. 3. Результати вимірювання мікротвердості зразка, обробленого алмазним вигладжувачем із зусиллям притискання 200 Н

За температур вище 400 °С внутрішнє тертя різко збільшується, що свідчить про збільшення інтенсивності утворення нових дислокацій, які ефективно розсіюють механічну енергію, виходячи з теорії, що за високотемпературний фон відповідають лінійні дефекти.

Отже, температура початку зростання розсіювання механічної енергії залежить від режиму фінішної обробки (див. рис. 2).

На рис. 3 представлені результати визначення мікротвердості сталевого зразка, дві сторони якого оброблені притисканням алмазного наконечника зусиллям 200 Н. Дані про мікротвердість інших зразків мають аналогічний характер. Найбільшу мікротвердість мають зразки, оброблені притисканням алмазного наконечника зусиллям 150 і 200 Н (рис. 3).

Як впливає з рис. 1 і 3, оброблена поверхня у 1,25 рази твердіша, ніж матеріал всередині зразка.

Висновки

1. Встановлено можливість дослідження впливу поверхневої пластичної обробки сталей методами внутрішнього тертя і мікротвердості .

2. Показано зміну демпфуючих властивостей досліджуваної сталі від амплітуди деформації і температури експлуатації.

3. Визначено мікротвердість зразків за різних режимів фінішної механічної обробки. Найоптимальнішою обробкою, за якої збільшується довготривала міцність матеріалу, є алмазне вигладжування при зусиллі притискання у 150 – 200 Н.

Література

1. Карпец А.К., Белоусов А.К., Мальцев В.И. Упрочнение деталей авиационных конструкций ППД: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1995. – 80 с.
2. Мозговой В.Ф., Титов В.А., Качан А.Я. Особенности комплексной оценки деформационных параметров поверхностного слоя при изготовлении тонкостенных валов ГТД // Технологические системы. – 2000. – №2(4). – С. 56–66.
3. Блантер М.С., Головин И.С., Головин С.Л., Ильин А.А., Саррак В.И. Механическая спектроскопия металлических материалов/ –М.: Изд-во МИА, 1994. – 256 с.
4. Мозговой О.В., Мозговой В.Ф., Качан О.Я., Тітов В.А. Вплив обробки поверхні пластичним деформуванням на параметри внутрішнього тертя в сталях // Вісн. двигунобудування. – 2003. – № 1. – С. 96–99.

Надійшла 11.07.08