

УДК 621.891

П.П.Савчук, С.В.Мисковець
Луцький національний технічний університет
ФУНКЦІОНАЛЬНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕТАЛЕЙ
ТРИБОТЕХНІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗІ СТАЛІ 45

Показано вплив непостійності хімічного складу сталі 45 у межах ДСТУ на фізико-механічні властивості. Представлено результати досліджень коефіцієнта лінійного термічного розширення та модуля пружності E сталі залежно від хімічного складу матеріалу.

Ключові слова: зносостійкість, зношування, модуль пружності, коефіцієнт термічного лінійного розширення, тертя.

Рис 2. Форм 2. Літ 5.

П.П.Савчук, С.В.Мисковець
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДЕТАЛЕЙ
ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ СТАЛИ 45

Показано влияние непостоянства химического состава стали 45 в пределах ГОСТа на физико-механические свойства. Представлены результаты исследований коэффициента линейного термического расширения и модуля упругости E стали в зависимости от химического состава материала

Ключевые слова: износостойкость, износ, модуль упругости, коэффициент термического линейного расширения.

P.Savchuk, S.Myskovets
PERFORMANCE AND OPERATIONAL CHARACTERISTICS TRIBOLOGICAL PARTS
OF STEEL 45

The impact of instability of the chemical composition of steel 45 within SSTU on physical and mechanical properties has been shown. The results of research of the coefficient of linear thermal expansion and elastic modulus E of steel, depending on the chemical composition of material, has been presented.

Thus, it can be argued, that the chemical composition of material, namely, it's variability within SSTU, affects the physical and mechanical properties of material, and hence affects the physics of processes of friction. It follows, that the wear resistance of material depends directly on it's chemical composition.

Analysis of the elemental composition of the surface layer, by friction of pair steel 45 - steel ShH15, showed, that the content of the alloying element Cr in the surface layer, compared to the matrix state, changes significantly.

According to the data obtained it follows that by friction of pair steel 45 - steel ShH15, due to diffusion processes occurs the redistribution of the alloying element Cr in the surface layers of metals of pair of friction that affect on their wear resistance.

In friction of steel 45 due to diffusion processes occurs the redistribution of Cr. Herewith the increasing of chromium content leads to decreasing of wear resistance and decreasing leads to it's increasing.

To objectively identify the reasons, that cause the destruction of parts, need reliable information about the effects of wear on the structural changes in the surface layer of parts and the mechanism of it's occurrence, and development of measures to prevent of wear.

Keywords: wear, abrasion, modulus of elasticity, coefficient of thermal linear expansion.

Постановка проблеми. При нормальній експлуатації машин вузли тертя працюють виключно в стаціонарній області, хоча, як показує практика, вірогідність порушення нормальних умов тертя досить велика. Стаціонарна область завжди пов'язана з певним видом трансформації і руйнування (зносу) поверхонь тертя. Цей вид трансформації і визначається динамічною рівновагою процесів руйнування і відновлення вторинних структур. При звичайних умовах експлуатації машин – це механо-хімічний процес окислювального зносу. Неприпустимі процеси зношування при терті настають при порушенні умов динамічної рівноваги.

Нормальний процес тертя характеризується певним діапазоном навантажень і швидкостей ковзання при яких величина зносу і коефіцієнта тертя мають мінімальні значення. Поза цим діапазоном процес тертя характеризується схоплюванням, мікрорізнанням, зминанням і т.д. Цей вид тертя називається катастрофічним і є недопустимим при експлуатації машин і механізмів [1]. Нормальний процес тертя найпоширеніший у практиці експлуатації машин і є оптимальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження показують [1], що зношування суттєво залежить від основних фізико-хімічних і механічних властивостей матеріалів у вихідному стані, а також методів обробки та умов фрикційного контакту.

Про вплив твердості поверхонь тертя на розвиток процесів зношування на даний час немає однозначної думки. Деякі дослідники вважають, що зносостійкість поверхонь зі збільшенням твердості підвищується [2]. Також відомий факт, що зносостійкість матеріалів при контакті із сталевим і чавунним контртілами неоднакова.

Вплив модуля пружності на процеси тертя і зношування вивчалися в роботі [3]. Згідно досліджень М.М. Хрущова наявність низького модуля пружності призводить до зниження напружень при пружній деформації і коефіцієнта термічного лінійного розширення (КТЛР) контактних тіл.

Питання про зв'язок зношування з механічними властивостями, знаходить віддзеркалення у ряді досліджень. Наприклад, Lancaster J.K. у ретельно проведених експериментах на зношування графітових матеріалів встановив залежність між зносостійкістю і модулем пружності. Він показав, що при терті графітових щіток по мідному колектору величина зносу із збільшенням модуля пружності падає. Очевидно, що це відбувається при сталій величині межі пропорційності, інакше матиме місце інверсія цієї залежності, що і отримав Lancaster J.K. в одному зі своїх експериментів.

Постановка задачі. Встановити залежність функціональних та експлуатаційних властивостей сталі 45 від хімічного складу матеріалу, а саме його непостійності в межах ДСТУ.

Матеріали і результати досліджень. На рисунку 1 представлено відмінності у значеннях модуля пружності E сталі 45 в стані постачання 5 партій за результатами досліджень. З аналізу експериментальних даних (рисунк 1) слід відмітити, що модуль пружності зі зміною хімічного складу матеріалу змінюється в межах від 198,75 до 210,5 ГПа. При цьому спостерігається і зміна тенденції зносостійкості матеріалу.

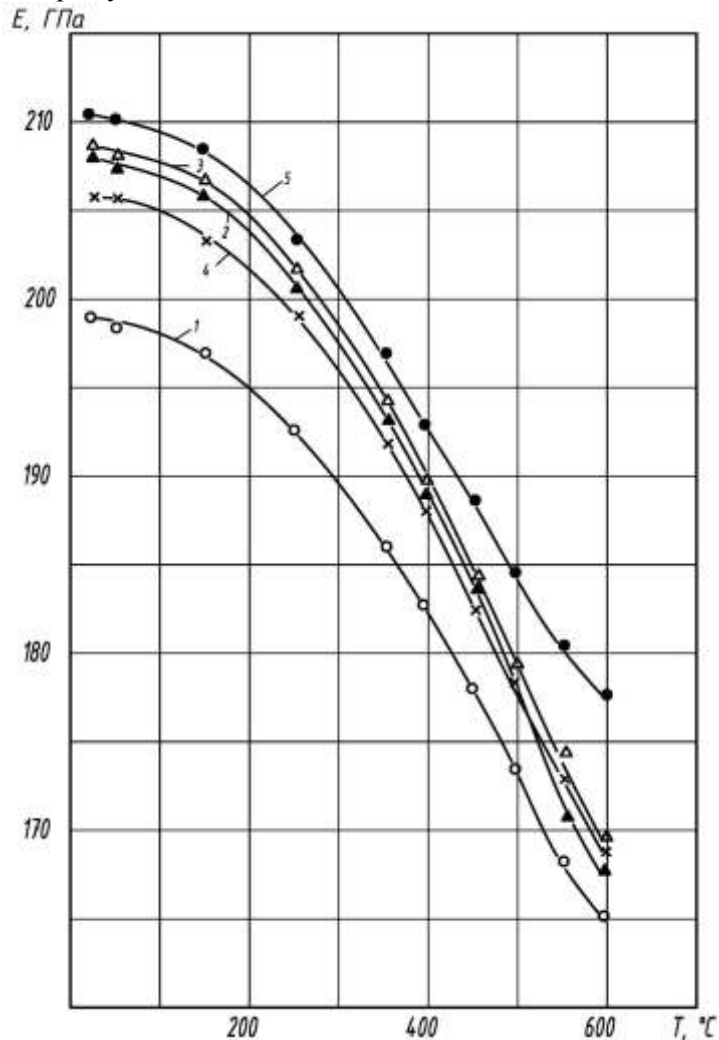


Рис. 1. Залежність модуля пружності E від температури для сталі 45 в стані постачання п'яти різних партій (1-5)

Вплив КТЛР на процеси тертя розглядається в роботі [4]. Основна увага при цьому акцентується на питаннях впливу структури при терті.

За даними С.В. Кадомського [5], зміна лінійних розмірів матеріалів під впливом температури чинить суттєвий вплив на зносостійкість мідних сплавів. Це дослідник пояснює тим, що матеріали з більшою величиною КТЛР піддаються підвищеній передеформації в зоні температурних спалахів, забезпечуючи деконцентрацію напружень в зоні контакту і збільшення зносостійкості.

На рисунку 2 представлено результати досліджень КТЛР сталі 45, з яких виходить, що α , так само як і модуль пружності, залежить від хімічного складу матеріалу.

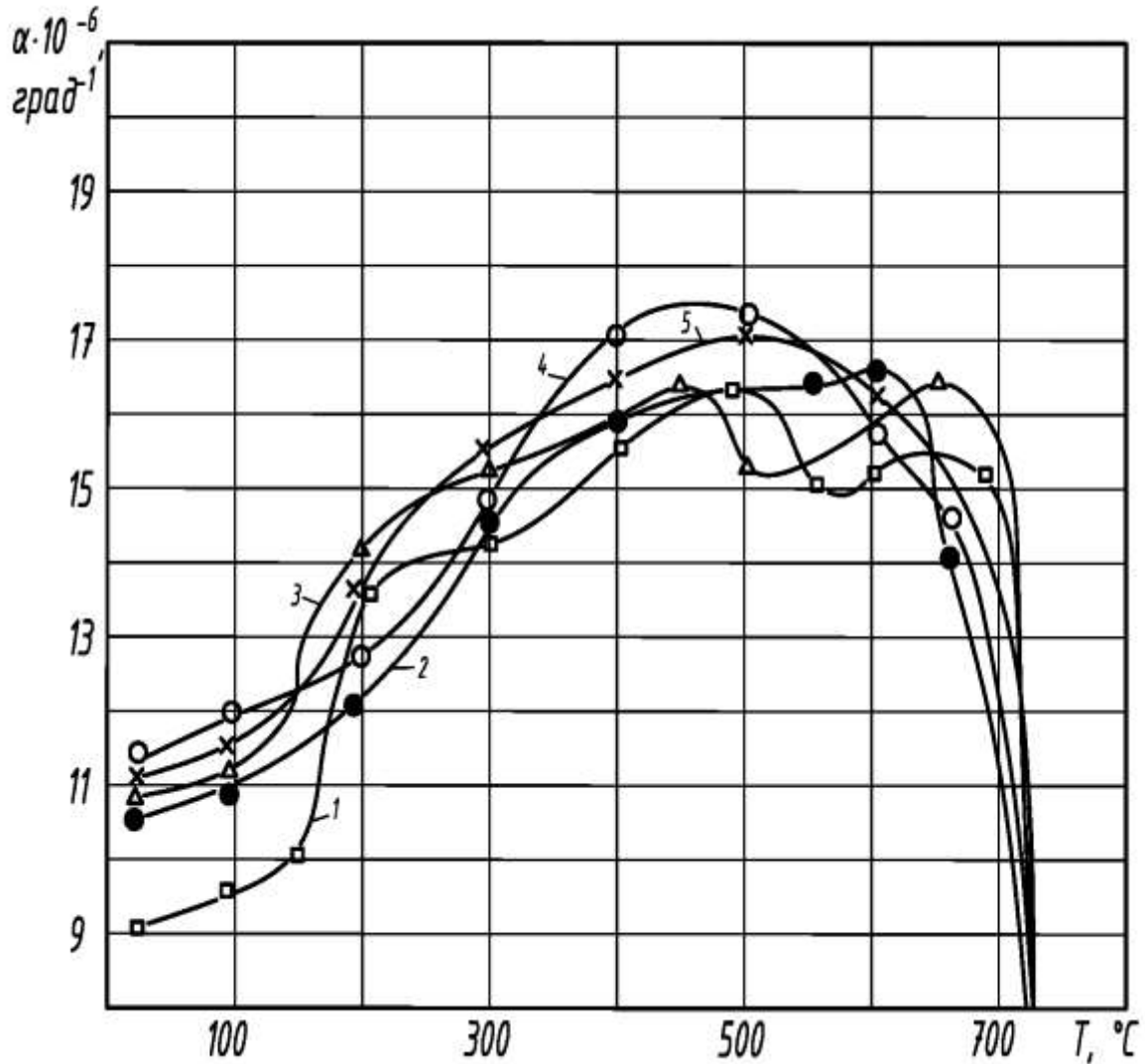


Рис. 2 Результати дослідження коефіцієнта лінійного термічного розширення для сталі 45 в стані постачання п'яти різних партій

Отже, можна стверджувати, що хімічний склад матеріалу, а саме, його нестабільність в межах ДСТУ, впливає на фізико-механічні властивості, а значить і на фізику процесів тертя. Звідси випливає, що зносостійкість матеріалу безпосередньо залежить від його хімічного складу.

Достовірність отриманих залежностей твердості (HRB), КТЛР (α), модуля пружності (E) і зношування (I) від непостійності хімічного складу сталі 45 лежить в межах від 68 до 90 %. Ці залежності мають такий вигляд:

$$\begin{aligned}HRB &= 24,426 + 149,8C + 16,192Si - 11,931Cr \\E &= 0,20939 \cdot 10^7 + 0,1057 \cdot 10^7 Si - 0,10683 \cdot 10^7 Cr - 0,47647 \cdot 10^6 C \\ \alpha &= 0,1037 \cdot 10^{-4} - 0,29964 \cdot 10^{-4} Cr + 0,11326 \cdot 10^{-4} Si + 0,83661 \cdot 10^{-5} C \\ I &= -34,082 - 192,84Cr + 139,74C + 59,751Si\end{aligned} \quad (1)$$

Залежність зношування від модуля пружності і КТЛР має такий вигляд:

$$I = 30,27 + 0,79572 \cdot 10^7 \alpha - 0,57347 \cdot 10^4 E \quad (2)$$

Достовірність цієї залежності складає 72 %.

Усе це ще раз підтверджує, що непостійність хімічного складу сталі 45 різних партій постачань чинить домінуючий вплив на її зносостійкість, а отже, і працездатність вузлів тертя.

Дослідження зносостійкості зразків із сталі 45, в стані постачання 5 різних партій показує, що залежно від зміни хімічного складу змінюється і їх зносостійкість майже в 3 рази.

Аналіз елементарного складу поверхневого шару, проведений на приладі "Camscan" при терті сталі 45 в парі із сталлю ШХ15, показав, що вміст легуючого елемента Сг в поверхневому шарі, порівняно з матричним станом, суттєво змінюється.

Слід відмітити, що при терті сталі 45 в парі із сталлю ШХ15 внаслідок дифузійних процесів відбувається перерозподіл легуючого елемента Сг в поверхневих шарах металів пари тертя, що позначається на їх зносостійкості.

Висновки. Таким чином, при терті сталі 45 внаслідок дифузійних процесів відбувається перерозподіл Сг. При цьому збільшення вмісту хрому призводить до зменшення зносостійкості, а зменшення – до зростання даної функціональної характеристики.

Для об'єктивного визначення причин, які викликають руйнування деталей, потрібні достовірні відомості про вплив зношування на структурні перетворення в поверхневому шарі деталей та механізм його протікання, а також розробка заходів по попередженню зносу, що буде виконано в подальших дослідженнях.

1. Основы трибологии (трение, износ, смазка): Учебник для технических вузов. 2-е изд. переработ. и доп. / А.В.Чичинадзе, Э.Д.Браун, Н.А.Буше и др.; Под общ. ред. А.В.Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2001. – 664 с., ил.
2. Прейс Г.А. Исследование влияния метода закалки на износостойкость стали 45 // Труды 1-й научно-технической конференции по трению и износу деталей машин. – М., 1956. – с. 348-355.
3. Хрущов М.М. Современные теории антифрикционных подшипниковых сплавов // Трение и износ в машинах. – М.: АН СССР. – 1950. - №6. – с. 52-72.
4. Крагельский И. В. Трение и износ / И. В. Крагельский. – М.: Машиностроение, 1968. – 480 с.
5. Кадомский С.В. Оценка и выбор износостойких медных сплавов для топливорегулирующей аппаратуры с учетом конструкции узлов трения. – Дисс. канд. техн. наук. – Киев, 1984. –202 с.
1. Osnovyi tribologii (trenie, iznos, smazka): Uchebnik dlya tehniceskikh vuzov. 2-e izd. pererabot. i dop. / A.V.Chichinadze, E.D.Braun, N.A.Bushe i dr.; Pod obsch. red. A.V.Chichinadze. – М.: Mashinostroenie, 2001. – 664 s., il.
2. Preys G.A. Issledovanie vliyaniya metoda zakalki na iznosostoykost stali 45 // Trudy 1-y nauchno-tehnicheskoy konferentsii po treniyu i iznosu detaley mashin. – М., 1956. – s. 348-355.
3. Hruschov M.M. Sovremennyye teorii antifriktsionnykh podshipnikovyykh splavov // Trenie i iznos v mashinah. – М.: AN SSSR. – 1950. - #6. – s. 52-72.
4. Kragelskiy I. V. Trenie i iznos / I. V. Kragelskiy. – М.: Mashinostroenie, 1968. – 480 s.
5. Kadomskiy S.V. Otsenka i vyibor iznosostoykikh mednykh splavov dlya toplivoreguliruyushey apparatury s uchetom konstruktсии uzlov treniya. – Diss. kand. tehn. nauk. – Kiev, 1984. –202 s.

Стаття надійшла до редакції 05.05.2014