

ВПЛИВ ЗНАКОПЕРЕМЕННОСТИ ТЕРТЯ, ПРОДУКТІВ ЗНОСУ І СПРЯМОВАНOSTІ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ЗНОС СТАЛИ ПРИ ВИСОКІЙ ШВИДКОСТІ

П.А. Шептіліс , студент магістратури, А.М. Євдокимова , доктор техн. наук
Одеський державний аграрний університет

Показано утворення продуктів зносу при високошвидкісному терті, вплив яких може бути різним у залежності від схем прикладення магнітного поля в динамічних умовах дослідження.

Ключові слова: тертя, висока швидкість, продукти зносу, вплив, властивості.

Вступ. Відомо, що продукти зносу беруть участь у процесі тертя і вносять свій внесок, знижуючи довговічність вузлів тертя ковзання [1]. При звичайних швидкостях тертя цей ефект добре вивчений. Але при високих швидкостях ковзання, порядку 80-100 м/с, він не піддавався настільки глибокому дослідженню і, тим більше, з урахуванням магнітних полів. **Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Наскільки нам відомо, мається тільки одна робота, у якій розглянуто вплив магнітного поля і продуктів зносу сталей на знос зразків при високій односпрямованій швидкості ковзання [2]. Однак у цій роботі не висвітлювалося питання про вплив спрямованості магнітного поля стосовно зони фрикційного контакту на знос сталей, як і вплив знакозмінності високошвидкісного тертя на цей процес.

Мета досліджень. У зв'язку з викладеним, поставлено мету показати вплив продуктів зносу сталей, спрямованості магнітних полів стосовно зони фрикційного контакту і знакозмінності високошвидкісного тертя сталей на їхній знос.

Результати досліджень. Дослідження проводилися на установці з двома швидко обертовими дисками, що притискалися з двох сторін до повільно обертового зразка [3]. Для одержання яскравої картини розподілу продуктів зносу при терті на першому етапі досліджень були зібрані продукти зносу, що вилітають із зони фрикційного контакту диска і деталі без додатків магнітних полів. Ці частки мали розмір від 0,2 до 20 мкм і в основному склалися в масі з мартенситу після першого загартування, здрібнених вторинних структур типу білих шарів, а також дисперговані окисли заліза і карбіди. Їхня твердість не вимірялася, але думаємо, що вона була неоднорідної і знаходилася в межах 9-12 тисяч МПа для твердих структур. Мірна кількість цих часток масою 300 мг вводилося в зони контакту тертя з боку входу обертових дисків у деталь-зразок як при включеному, так і при виключеному магнітному полі (рис. 1). Як і впливало очікувати, частки відразу ж втягувалися в зони фрикційного контакту. Однак надалі їхнє поведіння було різним і залежало від способу підведення електромагнітного поля.

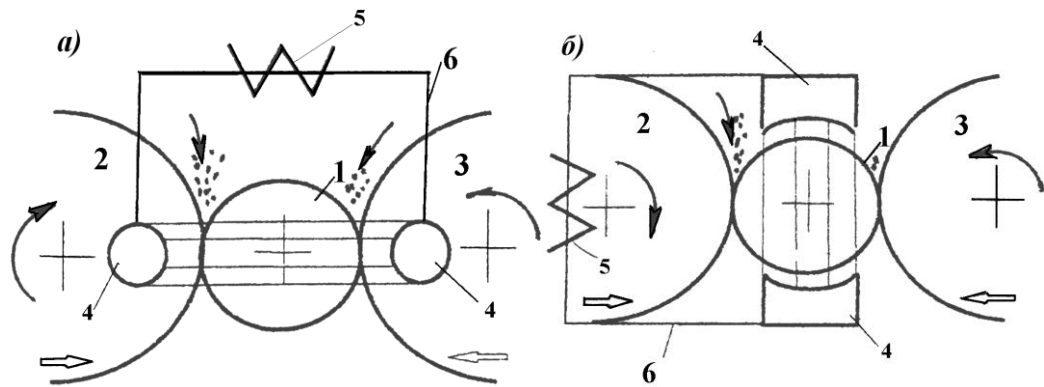


Рис. 1. Схеми установок для фрикційно-магнітного зміцнення сталей з підведенням продуктів зносу в зони контакту: 1 - зразок; 2, 3 - фрикційні диски; 4 - полюса електромагнітів; 5 - обмотка електромагніта; 6 - магнітопровід; точками показано підведення продуктів зносу в зони контакту.

Так, якщо поле проходило через зони фрикційного контакту, то частки затримувалися поблизу цієї зони. При цьому на вході і виході диска з зони контакту утворювалося скупчення часток зносу. Вони увесь час брали участь у процесі тертя дисків зразка. Якщо ж тертя здійснювалося за схемою рис. 1, б, то скупчення часток у зонах контакту практично не відбувалося. Зате їх багато накопичувалося в зазорах між полюсами магнітів і зразком. Створювався як би абразивний інструмент, що своїм абразивним ворсом обробляв поверхню деталі. У результаті такого поводження абразивних часток важко було віддати перевагу тій чи іншій схемі тертя з оцінкою їхньої ефективності по зносі, шорсткості поверхні і наявності знакозмінності. Тому була потрібна експериментальна додаткова перевірка. Отримані результати приведені нижче. Перша серія досліджень проводилася на зразках із загартованої сталі 45 на режимах, що не приводять до утворення білих шарів, але з введенням у зони контакту раніше отриманих продуктів зносу. Для того, щоб оцінити дані по зносі зразків з урахуванням впливу продуктів зносу, які вводяться, була прийнята наступна методика. Спочатку проводилися дослідження при терті зразків без продуктів зносу, що вводяться ззовні, а потім дослідження повторювалися, але з введенням продуктів зносу. Різниця в отриманих даних показувала знос від часток зносу, що вводяться в зони контакту. Такі дані по зносі приведені нижче. З рис. 1 видно, що абразивні частки, введені в зони контакту при проходженні магнітного поля за схемою рис. 1, б, тобто поза зонами контакту, викликають менший знос, чим їхня дія за схемою рис. 1, а. Це можна пояснити тим, що продукти зносу не тільки постійно утримуються полем у зонах фрикційного контакту, але і беруть участь у силових процесах, піддаючи диспергуванню. При терті ж за схемою рис. 1, б продукти зносу в основному утримуються в зазорах між полюсами, вибудовуючись в містки. Вони також зношують зразок, але тільки за рахунок міцності самих містків, практично слабо беручи участь у процесах, що відбуваються в зонах контакту дисків з деталлю. Застосування знакозмінного тертя в принципі не привело до зміни особливостей розташування кривих при односпрямованому протіканні зсувних деформацій (криві 1, 2), але збільшило знос зразків, що впливає з розташування кривих 3, 4 на рис. 2. Вимір шорсткості поверхонь зразків,

оброблених по схемах на рис. 2.1 показало вплив способу підведення магнітного поля. Так, порівняння кривих 1, 2 на рис. 3 дозволяє зробити висновок, що шорсткість поверхні поліпшується більше при використанні схеми рис. 1,б, чим на рис. 1,а. При знакозмінному терті закономірність зберігається: крива 4 лежить вище кривої 3. До того ж реверсивне тертя приводить до збільшення шорсткості поверхні в більшому ступені, чим односпрямоване. Варто підкреслити, що результати, які приведені на рис. 2 і рис. 3 відносилися до загартованих зразків, що піддавалися високошвидкісному тертю на режимах, що не приводять до утворення білих шарів. Тому що білі шари мають підвищену зносостійкість, особливо утворені при реверсивному терті, то впливало очікувати зміну вищеописаних закономірностей. Для підтвердження припущення була проведена друга серія експериментів на загартованих зразках зі сталі 45, але на відміну від першої серії, на режимах тертя, що приводять до утворення білих шарів. Результати експериментів підтвердили висловлене припущення про вплив білих шарів і продуктів зносу на знос зразків. Отримані дані показують, що застосування знакозмінного високошвидкісного тертя зразків з білими шарами за схемою рис. 1,а і продуктів зносу, що вводяться в зони контакту, дає менший знос, що впливає з порівняння кривої 4 на рис. 4 із кривою 4 на рис. 2.

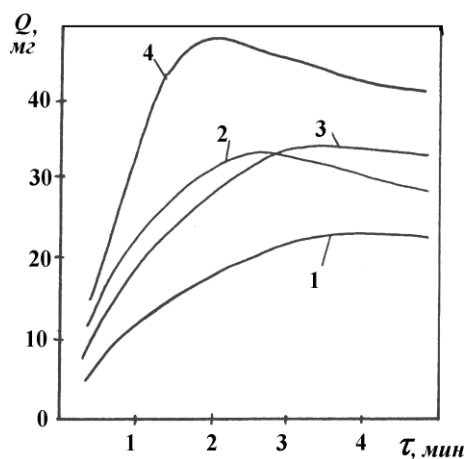


Рис. 2. Вплив знакозмінності тертя, продуктів зносу і способу пропущення електромагнітних полів на знос сталі 45 без утворення білих шарів (100 м/с; 100 Н; 30 с; А/м). Криві: 1 - односпрямоване тертя за схемою рис. 1,б; 2 - односпрямоване тертя за схемою рис. 1,а; 3 - знакозмінне тертя за схемою рис. 1,б; 4 - знакозмінне тертя за схемою рис. 1,а

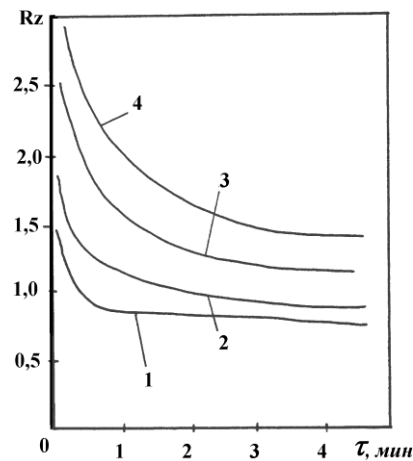


Рис. 3. Вплив знакозміності тертя, продуктів зносу і способу пропущення електромагнітних полів на шорсткість поверхні сталі 45 без утворення білих шарів (100 м/с; 100 Н; 30 з; А/м). Криві: 1 - односпрямоване тертя за схемою рис. 1,б; 2 - односпрямоване тертя за схемою рис. 1,а; 3 - знакозмінне тертя за схемою рис. 1,б; 4 - знакозмінне тертя за схемою рис. 1,а

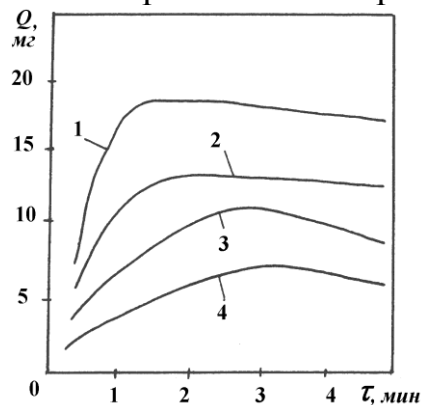


Рис. 4. Знос зразків зі сталі 45 з білими шарами від введення часток зносу в залежності від знакозміності тертя і способу пропущення магнітних полів (100 м/с; 400 Н; 30 з; 2?105 А/м). Криві: 1, 2 - односпрямоване тертя, відповідно по схемах рис. 1, б і рис. 1,а; 3, 4 - знакозмінне тертя, відповідно по схемах рис. 1, б і рис. 1,а.

Цікаво, що крива 4, що характеризує знос при знакозмінному терті, лежить на рис. 4 нижче кривої 2, що відповідає зносу при односпрямованому терті. Це також порозумівається підвищеними експлуатаційними властивостями білих шарів, отриманих при знакозмінному фрикційному зміцненні, чим при односпрямованому. Що стосується шорсткості поверхні, те встановлено, що вона трохи вище для зразків, підданих зміцненню за схемою рис. 1,а, чим за схемою на рис. 1,б, як для реверсного, так і для односпрямованого тертя. Однак, застосування схеми по рис. 1,а і олії з поверхнево-активною добавкою, що вводиться в зону контакту разом із продуктами зносу, приводить, особливо при реверсному терті, не тільки до зниження зносу зразків, але і до їх зменшеної шорсткості поверхні.

Висновки. Введення в зони контакту продуктів зносу, що представляють собою абразивні частки, відбивається на зносі зразків із загартованої сталі 45, підданих високошвидкісному тертю з застосуванням магнітних полів. Зношування зразків на режимах, що не приводять до утворення білих шарів,

більше для випадку при пропущенні магнітних полів через зони фрикційного контакту, чим за їхніми межами. Якщо високошвидкісне тертя приводить до виникнення білих шарів, те знакозмінне тертя показує менший знос, чим односпрямоване, навіть у присутності спеціально введених продуктів зносу і з застосуванням магнітних полів, що пропускаються через зони фрикційного контакту. Тому що знакозмінне високошвидкісне тертя сталі приводить до виникнення більш твердих зносостійких білих шарів при використанні схеми з пропущенням магнітних силових ліній безпосередньо через зони фрикційного контакту, те такий метод рекомендується застосовувати в практичних цілях як зміцнюючої технології навіть за умови наявності в зонах контакту абразивних часток.

ЛІТЕРАТУРА

1. Костецкий Б.И. Трение, смазка и знос в машинах. / Б.И. Костецкий. К: Техника, 1970.-396 с.
2. Макаренко А.С. Трибология поверхностей под воздействием электромагнитного поля на зону фрикционного контакта. Монография.- Одесса: Интерпринт, 2009-390 с.
3. Евдокимова А.Н. Знакопеременность сдвиговых деформаций при высокоскоростном трении и шлифовании и свойства поверхностных слоев.- Киев, Одесса: Консалтинг, УМАОИ, 1998.-230 с.

ВЛИЯНИЕ ЗНАКОПЕРЕМЕННОСТИ ТРЕНИЯ, ПРОДУКТОВ ИЗНОСА И НАПРАВЛЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ИЗНОС СТАЛИ ПРИ ВЫСОКОЙ СКОРОСТИ

Шептилис П.А., Евдокимова А.Н.

Ключевые слова: трение, высокая скорость, продукты износа, влияние, свойства.

Резюме

Показано образование продуктов износа при высокоскоростном трении, влияние которых может быть различным в зависимости от схем приложения магнитного поля в динамических условиях испытаний.

AGENCY ZNAKOPEREMENNOST OF THE FRICTION, PRODUCTS OF DETERIORATION AND DIRECTIVITY OF THE MAGNETIC FIELD ON DETERIORATION OF THE STEEL AT THE HIGH SPEED

Sheptilis P.A., Evdokimova A.N

Key words: a friction, a high speed, deterioration products, agency, properties.

Summary

Formation of products of deterioration is shown at the high-speed friction which agency can be various depending on circuit designs of the application of a magnetic field in dynamic test specifications.