

УДК 620.179.112.017

ВПЛИВ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ НА НЕГАТИВНИЙ ЕФЕКТ РЕВЕРСИВНОГО ТЕРТЯ

А.М. Євдокимова, доктор техн. наук, Е.Е. Ткалич, студент магістратури
Одеський державний аграрний університет

Показано, що негативний ефект реверса залежить від способу пропускання електричного струму в динаміку зміцнення. За певних умов негативний ефект реверса може бути значно знижений.

Ключові слова: фрикційне зміцнення, висока швидкість, електричний струм, зношування.

Вступ. Раніше було показано, що знакозмінне тертя ковзання в порівнянні з односпрямованим приводить до підвищеного до декількох разів зношування робочих поверхонь і проявляється для різних матеріалів, включаючи сталеві поверхні з покриттями, і може деякою мірою нівелюватися при правильному підборі компонентів покриттів або зміцнюючих технологій (1, 2). Зокрема, виявилось, що білі шари, сформовані із застосуванням високошвидкісного фрикційного методу зміцнення, здатні зменшувати відношення зносів реверсивного тертя до односпрямованого.

Проблема. Було зроблене припущення, що резерви високошвидкісного фрикційного зміцнення робочих поверхонь деталей значною мірою вичерпані, включаючи знакозмінність генерування зсувних деформацій. Тому виникла необхідність застосування комбінованих методів впливу, здатних створювати більше якісні білі шари з підвищеною зносостійкістю при реверсивному терті.

Мета досліджень. У зв'язку з викладеним, метою роботи є доказ можливості зниження шкідливих для пар тертя наслідків реверсивного тертя шляхом застосування зміцнюючої технології з одночасним використанням високошвидкісного тертя й електричного струму.

Результати досліджень. Для проведення досліджень була розроблена оригінальна методика, що дозволяла різними способами підводити електричний струм у зону обробки дисками при односпрямованому або знакозмінному терті ковзання. Схеми експериментальних установок показані на рис. 1. У всіх трьох схемах цих установок застосовані фрикційні диски 2 і 3, які при своєму обертанні зі швидкістю 80 м/с у ту або іншу сторону, притискаючись до деталі 1, викликали зміцнюючий ефект із появою білих шарів. Це загальне, що характерно для схем установок. Однак є й істотні розходження, які є особливостями методик. Так, якщо в схемі по рис. 1,а здійснюється тільки високошвидкісне фрикційне зміцнення без підведення електричного струму, то за схемою рис. 1,б він пропускається через диски до деталі. Причому струм проходить через дві зони контакту дисків 2 й 3, які

перебувають під однією полярністю, із замиканням на деталь 1. За схемою 1, б деталь заземлена, а обидва диски ізольовані від маси.

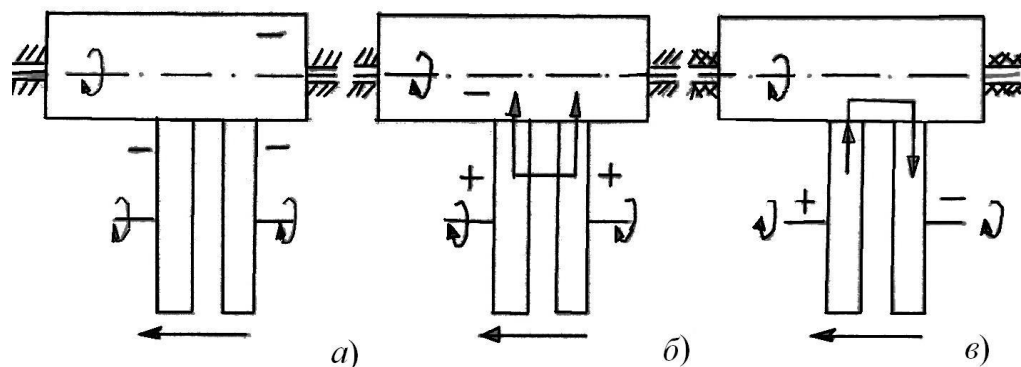


Рис. 1. Схеми комбінованих методів зміцнення:

а – фрикційними дисками без пропущення струму; *б* – фрикційними дисками із пропущенням струму прямо від дисків у заземлену деталь; *в* – фрикційними дисками із пропущенням струму в проміжку між ними через ізольовану деталь. 1 - деталь; 2, 3 - фрикційні диски.

Схема на рис. 1, *в* істотно відрізняється від схеми на рис. 1, *б* і реалізує додаткові можливості впливу електричного струму. За цією схемою зміцнююча деталь 1 ізольована електрично від маси. Ізольовані між собою й від деталі диски 2 й 3. Електричний струм підводиться до одного диска, а потім через вузьку зону контакту в проміжку між двома дисками підходить до другому диску. У результаті електричний струм не проходить через всю масу деталі 1 (як по рис. 1, *б*), а тільки лише через її приповерхні шари між двома дисками, викликаючи імпульсне нагрівання невеликої зони металу. Відзначимо, що при створенні такої оригінальної схеми підведення електричного струму, як по рис. 1, *в*, апріорі передбачалася її підвищена ефективність у порівнянні зі схемою рис. 1, *б*. Але таке припущення вимагало експериментального доказу. Отримані результати досліджень твердості білих шарів, їхньої товщини й зносостійкості залежно від реверсивності тертя попередньо зміцнених зразків із застосуванням фрикційних дисків і токи наведені нижче. На рис. 2 показаний розподіл мікротвердості по глибині від поверхні для випадків односпрямованого й знакозмінного фрикційного зміцнення, виконаного за схемою рис. 1, *б*, тобто без підведення електричного струму. Видно, що знакозмінне високошвидкісне тертя (крива 2) приводить до більшого зміцнення поверхневих шарів, чим односпрямоване (крива 1). Крім того, має місце й збільшена товщина білих шарів. Ці дані відповідають відповідно з роботою (3). Якщо фрикційне зміцнення здійснюється з підведенням електричного струму за схемою рис. 1, *б*, то це приводить до утворення більше твердих і товстих білих шарів, чим за схемою рис. 1, *а*, що слідує з експериментальних даних, наведених на рис. 3. Пропущення електричного струму через вузький проміжок між двома фрикційними дисками за схемою рис. 1, *в* викликає ще більший ефект зміцнення, що видно по кривих 1 й 2 на мал. 4. И в даному випадку знакозмінне деформування виявляється більше кращим, чим

односпрямоване. Переваги зміцнення за схемою рис. 1, *в* особливо проявляються при оцінці товщини білого шару, що при знакозмінному деформуванні тертям доходить до 450 мкм і порядку двох разів перевершує товщину білого шару, отриманого при зміцненні за схемою рис. 1, *б*. Цей результат має важливе практичне значення, тому що дозволяє використати додатково тонке шліфування зі збереженням коштовних властивостей білих шарів, що залишилися після шліфування.

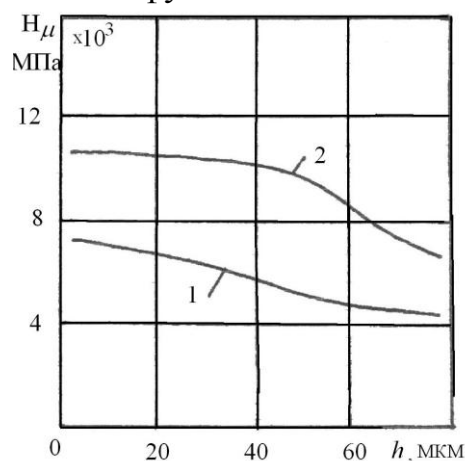


Рис. 2. Розподіл мікротвердості по глибині від зміцненої тертям поверхні після односпрямованого (крива 1) і знакозмінного (крива 2) тертя без підведення струму за схемою рис. 1, *а*; швидкість 70 м/с; тиск 600 Н; час зміцнення - 15 с.

Пропущення електричного струму через вузький проміжок між двома фрикційними дисками за схемою рис. 1, *в* викликає ще більший ефект зміцнення, що видно по кривих 1 й 2 на мал. 4. І в даному випадку знакозмінне деформування виявляється більше кращим, чим односпрямоване. Переваги зміцнення за схемою рис. 1, *в* особливо проявляються при оцінці товщини білого шару, що при знакозмінному деформуванні тертям доходить до 450 мкм і порядку двох разів перевершує товщину білого шару, отриманого при зміцненні за схемою рис. 1, *б*. Цей результат має важливе практичне значення, тому що дозволяє використати додатково тонке шліфування зі збереженням коштовних властивостей білих шарів, що залишилися після шліфування. Подальші дослідження були спрямовані на визначення зносостійкості білих шарів, отриманих після зміцнюючої обробки по трьох схемах рис.1,б. Випробування на зношування здійснювалися на машині тертя вал - частковий вкладиш при швидкості 2 м/с; тиску 5 Мпа при реверсивному й односпрямованому терті. Для створення ідентичних умов тертя використалася методика, при якій час тертя складалося з набору однакових елементарних циклів. Кожен цикл складався з 5 с розгону шпинделя, 50 с робочого обертання під навантаженням й 5 с вибігу до зупинки. При односпрямованому терті всі цикли відбувалися в одну сторону. При знакозмінному терті напрямок обертання шпинделя з кожним новим циклом мінялося на протилежні після зупинки шпинделя.

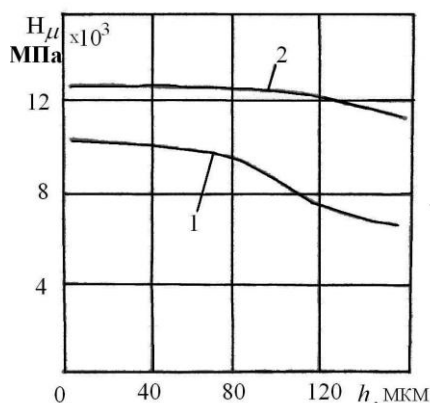


Рис.3. Вплив знакозмінності фрикційного змiцнення й електричного струму на розподіл мікротвердості в поверхневих шарах. Випробування за схемою рис. 1.б, струм постійний 5В; 50А

Тертя здійснювалося в маслі ІС-20 протягом 50 годин, а зношування визначалося зважуванням зразків. Відношення зношування зразків після реверсивного й односпрямованого тертя з обліком змiцнюючої обробки по схемах рис. 1 характеризувало вплив цих методів обробки на негативний ефект реверса.

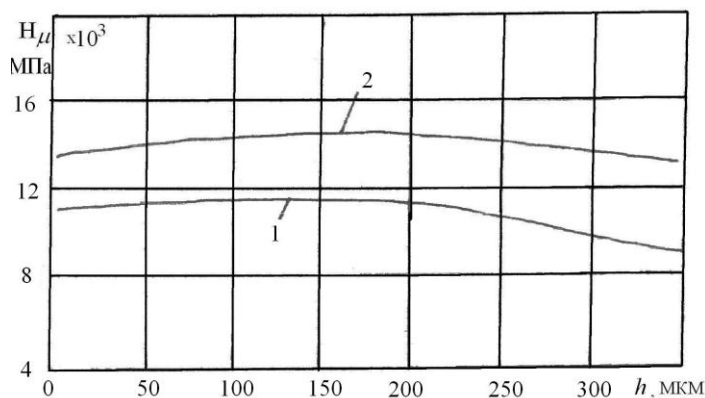


Рис. 4. Збільшення мікротвердості й товщини білих шарів після змiцнюючої обробки за схемою рис. 1, в. (позначення й режими аналогічні рис. 3)

Отримані експериментальні дані представлені на рис. 5 й у табл. 1, де зношування незмiцнених зразків, випробуваних при однобічному терті, прийнятий за 100 %. Стосовно нього зношування зразків після реверсивного тертя був в 2,4 рази більше. Відношення зношування зразків, змiцнених без струму за схемою рис. 1, а, після реверсивного тертя (Q_p) до зношування після односпрямованого тертя (Q_o) виявилось (Q_p/Q_o) рівним 1,45. Відношення (Q_p/Q_o), отримане на зразках після їхнього змiцнення зі струмом за схемою рис. 1, б, стало рівним 1,23, а змiцнених за схемою рис. 1, в – 0,9. Таким чином, змiцнення зі струмом за схемою рис. 1, в нівелює негативний ефект реверсивного тертя.

Таблиця 1. Вплив способів зміцнення на відношення зносів зразків.
(у чисельнику відношення зносів після знакозмінного зміцнення,
у знаменнику – після односпрямованого)

	Без зміцнення	Випробування по схемах		
		рис. 1, а	рис. 1, б	рис. 1, в
Q_p/Q_o	2,40	1,45	1,25	0,90
Q_p/Q_o	-	3,0	6,5	15
Q_o/Q_o	-	1,8	3,3	3,5

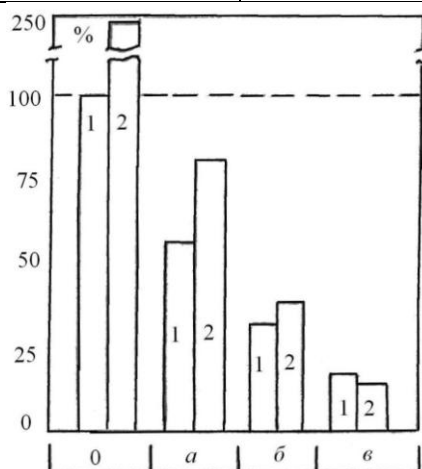


Рис. 5. Вплив способу підведення струму й знакозмінності фрикційного зміцнення на зношування сталі 45 (Випробування на зношування при 2 м/с, 5 Мпа; 50 годин, масло МС-20, фрикційне зміцнення знакозмінне)

1, 2 - відповідно після односпрямованого й реверсивного тертя при 2 м/с

Умовні позначки: «0» - зразки без зміцнення, «а» - зміцнені за схемою рис. 1, а, б, «б» - за схемою рис. 1, б, «в» - за схемою рис. 1, в .

З табл. 1 також видно, що схема зміцнення впливає на зношування зразків після реверсивного тертя, зменшуючи його в 3,0; 6,5 й 15 разів відповідно для схем рис. 1, а, б, в. при розрахунку цих відносин за вихідний приймалося зношування незміцнених зразків після реверсивного тертя. Менший ефект був отриманий при порівнянні зносів зразків після односпрямованого тертя, де за 100 % приймалося зношування незміцнених сталевих поверхонь. Ці відношення (1,8; 3,3 й 3,5) наведені в третій графі табл. 1. Порівняння відносин по графах 2, 3 табл. 1 показує позитивний вплив знакозмінності фрикційного зміцнення й струму на підвищення зносостійкості зразків. Для схем рис. 1, б це становить при реверсивному терті 15 разів, а при односпрямованому – 3,5.

Висновки. Проведено експерименти по впливу електричного струму, що пропускається через зони фрикційного контакту, на зношування металевих поверхонь. Показано, що негативний ефект реверса залежить від способу

пропущення електричного струму через зону фрикційного контакту. Отримані закономірності можна використати для підвищення трибохарактеристик сільськогосподарських машин і механізмів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Влияние фрикционно-упрочняющей обработки на структуру, фазовый состав и износостойкость стали и чугуна / Ю. И. Бабей и др. – М.: Металлофизика. – 1980. – Т. 2. – № 6. – С. 110-117.
2. Гурей И. В. Износостойкость стали 40X после фрикционного упрочнения при трении скольжения с ограниченным смазыванием // Машиностроение. – 1998. – № 6. – С. 20-22.
3. Евдокимова А. Н. Знакопеременность сдвиговых деформаций при высокоскоростном трении и шлифовании и свойства поверхностных слоев. Киев-Одесса: Консалтинг, УМАОИ, 1998. – 113 с.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ РЕВЕРСИВНОГО ТРЕНИЯ

Евдокимова А.Н. Ткалич Э.Э.

Ключевые слова: фрикционное упрочнение, высокая скорость, электрический ток, износ.

Резюме

Показано, что отрицательный эффект реверса зависит от способа пропускания электрического тока в динамике упрочнения. При определенных условиях отрицательный эффект реверса может быть значительно снижен.

INFLUENCE OF AN ELECTRIC CURRENT ON A NEGATIVE EFFECT OF A REVERSIVE FRICTION

Evdokimova A.N., Tkalich E.E

Key words: frictional hardening, high speed, an electric current, deterioration.

Summary

It is shown that the backspacing negative effect depends on a way пропускания an electric current in dynamics of hardening. Under certain conditions the backspacing negative effect can be considerable is lowered.

