

УДК 620.1(066)

Н.П.Зайчук, С.П.Шимчук, Н.Ю.Імбірович, Л.В.Назарчук
Луцький національний технічний університет
ОСОБЛИВОСТІ ЗНОШУВАННЯ ЗНЕВУГЛЕЦЬОВАНИХ ПОВЕРХОНЬ ЗІ СТАЛІ
ШХ15

В статті приведено особливості зношування зневуглицьованих поверхонь зі сталі ШХ15 при граничному терті в середовищі різних мастильних матеріалів

Ключові слова: поверхневий шар, зневуглицювання, мікроструктури, зношування

Рис 3. Табл. 2. Літ 5.

Н.П. Зайчук, С.П. Шимчук, Н.Ю. Имбиревич, Л.В. Назарчук
ОСОБЕННОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ ОБЕЗУГЛЕРОЖЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ
ИЗ СТАЛИ ШХ15.

В статье приведены особенности изнашивания обезуглероженных поверхностей из стали ШХ15 при граничном трении в разных смазывающих средах.

N. Zaychuk, S. Shymchuk, N. Imbirovych, L. Nazarchuk
FEATURES DECARBONIZED WEAR SURFACES OF STEEL SH15.

The paper presents the features of wear surfaces of steel decarbonized SH15 with boundary friction in different lubricant media. Used for the test samples after decarburization and without it. Test conducted on selected samples in different lubricating wear environments on a certain method. From the test results can be seen that the samples after decarburization have greater wear rate than not decarburization samples in selected lubricating media that is displayed in the results of linear wear.

When testing decarbonized ball bearing detection surface such features:

*- in the surface layer of the two zones are monitored - the complete and partial decarburization;
- wear resistance and mechanical properties of steel samples SH15, which were not decarburization better compared with analogical characteristics decarburized samples of the same steel.*

Аналіз останніх публікацій та постановка проблеми. Зневуглицювання – дефект термічної обробки, який полягає у збідненні поверхневого шару сталі вуглецем. Для запобігання зневуглицюванню поверхонь деталей потрібно проводити нагрів у захисному протиокислювальному газовому середовищі або у вакуумі.

Зневуглицювання твердого металу проходить при термічній обробці, нагріванні під прокатування чи кування і поширюється на визначену глибину всередину металу залежно від температури та від тривалості нагрівання [1-3].

Часто нагрівають сталь, наприклад, для відпалу, в пічному газовому середовищі з надлишком повітря, щоб утворення окалини домінувало над зневуглицюванням поверхневого шару, оскільки окалина легше видаляється (травлення, пікоструйне очищення і т.п.), ніж зневуглицьований шар.

При проведенні зневуглицювання можна отримати дві зони – повного та часткового зневуглицювання (рис. 1).

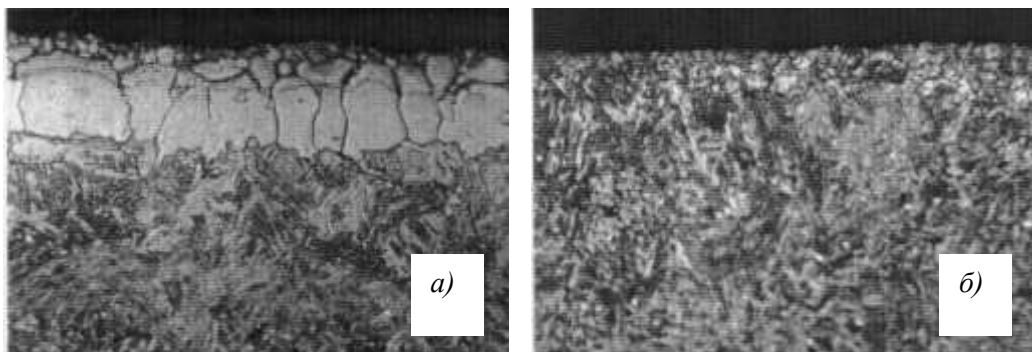


Рис. 1. Зони повного а) та часткового б) зневуглицювання

©Н.П.Зайчук, С.П.Шимчук, Н.Ю.Імбірович, Л.В.Назарчук

Зона повного знеуглецювання характеризується структурою чистого фериту (рис. 1, *а*), а часткового знеуглецювання характеризується структурою, яка відрізняється від структури основного металу (рис. 1, *б*). Для загартованих кілець підшипників зона часткового знеуглецювання характеризується зоною феритно-мартенситної структури, зоною маловуглецевого мартенситу або зоною мартенситу, збідненого карбідами.

На поковках глибина знеуглецьованого шару визначається по всьому периметру та вказується максимальне значення. Якщо це значення перевищує межу допуску глибини знеуглецювання, то вказують місце його розташування. На підшипникових роликах глибину знеуглецювання визначають по поверхні утворюючій циліндр.

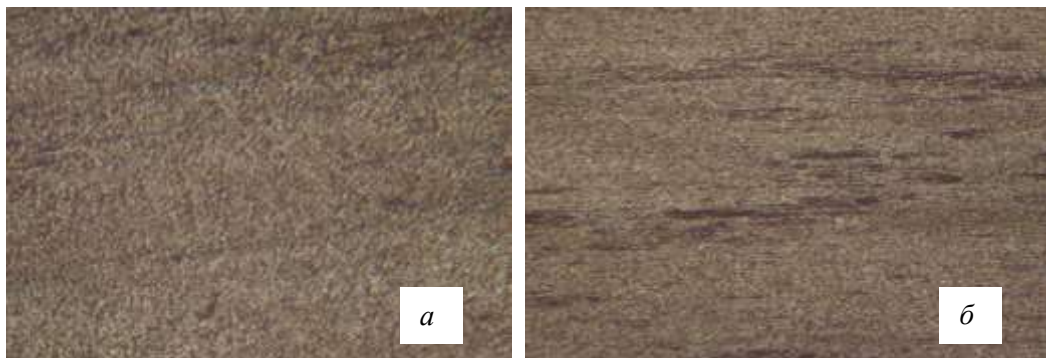
Потрібно зазначити, що глибина знеуглецьованого шару повинна становити не більше 0,08 мм. Згідно вимірювань, глибина знеуглецьованого шару досліджуваних нами поверхонь становила 0,1 мм (твердість при цьому незначно знижується і становить 59...61 HRC, але забезпечуються необхідні фізико-механічні властивості та зберігається необхідний ресурс підшипників кочення [3]).

Методика випробувань. Умови трибовипробувань були наступні: геометрія контакту – ролик площина (лінійний контакт); матеріали пари тертя – ШХ15-ШХ15; швидкість ковзання ролика – $V_k=0,3$ м/с ($f=185$ об/хв); шлях тертя згідно використаної методики [4] $L_1=500$ м; $L_2=500$ м; $L_3=500$ м; $L_4=2000$ м; максимальне контактне навантаження визначалось згідно рекомендацій Герца [5]; температура навколишнього середовища (T) становила 20°C .

Результати дослідження на зношування. Нами було взято зразки, що зазнали та не зазнали знеуглецювання та досліджено їх на зношування у різних мастильних середовищах за обраною методикою:

- у середовищі авіагасу ТС-1 при частоті обертання $f = 185$ об/хв і при навантаженні 5 кГ (50 Н);
- у середовищі моторного масла МС-20 при частоті обертання $f = 185$ об/хв і при навантаженні 110 кГ (1100 Н);
- у середовищі індустриального масла И-20 при частоті обертання $f = 185$ об/хв і при навантаженні 110 кГ (1100 Н).

Мікроструктури знеуглецьованої та незнеуглецьованої поверхонь після тертя приведено на рис. 2.



**Рис. 2. Мікроструктура поверхонь після тертя:
а – без знеуглецювання;
б – зі знеуглецюванням**

При терті у вибраних середовищах знеуглецьований зразок буде швидше зношуватися (рис. 3) і піддаватиметься наступним процесам:

- втомному крихкому руйнуванню робочих поверхонь тіл і доріжок кочення, що буде спостерігатись у вигляді раковин чи відшаровування (шелушінні) поверхні внаслідок циклічного контактного навантаження. Втомне крихке руйнування є основним видом руйнування підшипників кочення і зазвичай спостерігається після тривалої їх роботи, що супроводжується шумом і вібраціями;

©Н.П.Зайчук, С.П.Шимчук, Н.Ю.Імбірович, Л.В.Назарчук

- пластичній деформації на доріжках кочення внаслідок дії ударних навантажень або великих статичних навантажень без обертання.
- Крім розглянутих процесів робочі поверхні підшипників кочення піддаються:
- при недостатньому мащенні чи занадто малих зазорах через неправильний монтаж задирам робочих поверхонь;
 - абразивному зносу внаслідок поганого захисту підшипника від попадання пилу.
- Застосування відповідних конструкцій ущільнень підшипникових вузлів зменшує зношення робочих поверхонь підшипника;
- руйнуванню сепараторів від дії відцентрових сил і впливу на сепаратор тіл кочення.
- Цей вид руйнування є основною причиною втрати працездатності швидкохідних підшипників;
- розколюванню кілець і тіл кочення через перекося при монтажі або при великих динамічних навантаженнях.
- Проведені дослідження дали можливість оцінити зношення зразків після певного пройденого шляху тертя. З отриманих результатів чітко видно, що зразки після знеуглецювання мають більшу інтенсивність зношення, ніж зразки, які не зазнали знеуглецювання у всіх вибраних нами мастильних середовищах, що прослідковується з отриманих результатів лінійного зносу та побудованих графіків.

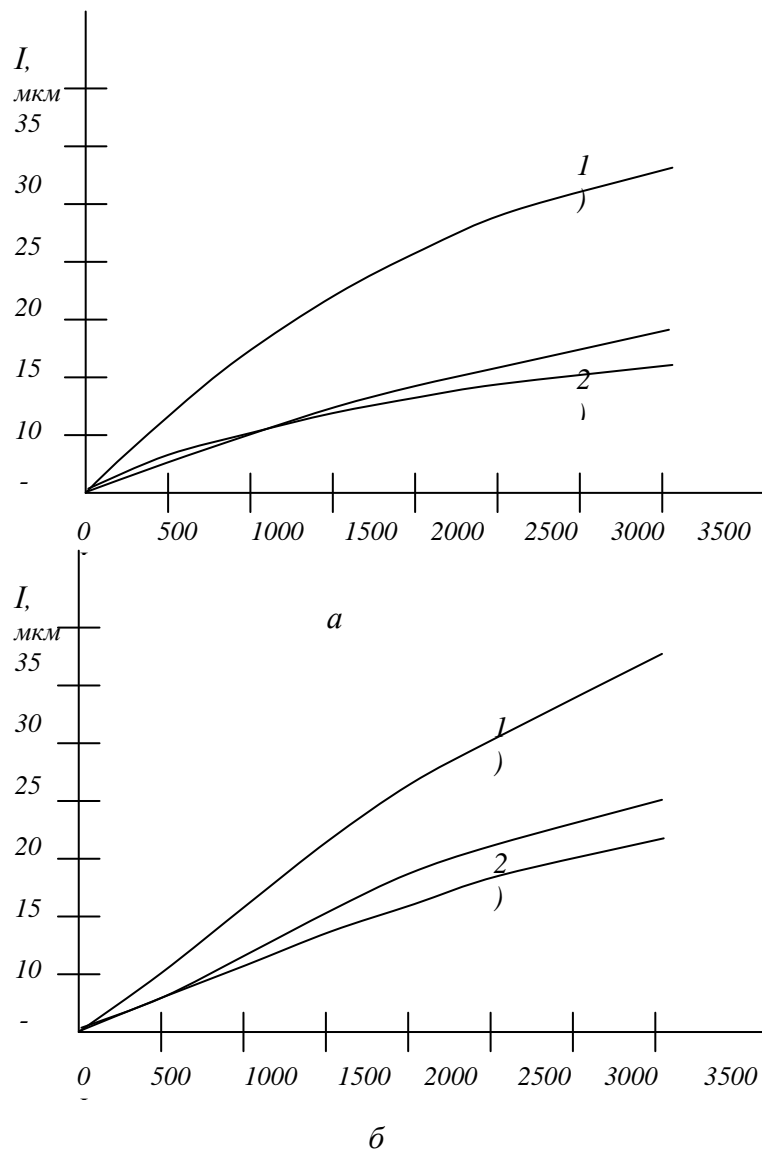


Рис. 3. Зносостійкість досліджуваних зразків у середовищах авіагасу ТС-1 (1); моторного масла МС-20 (2); індустріального масла ІІ-20 (3): а – без знеуглецювання; б – зі знеуглецюванням

©Н.П.Зайчук, С.П.Шимчук, Н.Ю.Імбірович, Л.В.Назарчук

Для визначення впливу знеуглецювання на механічні властивості нами було досліджено на розривній машині зразки зі сталі ШХ15 до і після знеуглецювання. З отриманих результатів, які приведено у таблицях 1 і 2 зрозуміло, що ступінь знеуглецювання впливає на механічні властивості досліджуваної сталі.

Таблиця 1.

Показники міцності для зразка після загартування та відпуску без знеуглецювання

№ зразка	Відносне видовження $\delta, \%$	Відносне звуження $\psi, \%$	Межа міцності σ , МПа
1	10,0	34,0	1270,0
2	6,1	26,7	1347,4
3	9,4	32,0	1227,4

Таблиця 2.

Показники міцності для зразка після загартування та відпуску зі знеуглецюванням

№ зразка	Відносне видовження $\delta, \%$	Відносне звуження $\psi, \%$	Межа міцності σ , МПа
1	11,0	36,0	1120,0
2	6,7	28,3	1148,4
3	10,3	33,9	1082,6

Аналізуючи отримані результати доцільно зауважити, що процес знеуглецювання дещо погіршує механічні властивості досліджуваних зразків.

Висновки. Таким чином при дослідженні нами знеуглецьованих шарикопідшипникових поверхонь виявлено такі особливості:

– при знеуглецюванні можна отримати дві зони – повного та часткового знеуглецювання;

– зносостійкість та міцнісні властивості незнеуглецьованих зразків зі сталі ШХ15 є дещо кращими, порівняно з аналогічними характеристиками знеуглецьованих зразків з цієї ж сталі.

1. Атаманик В. В., Зайцев О. В., Иващук С. В. Превращения в закаленной стали ШХ15 при нагреве и охлаждении // Металловедение и термическая обработка металлов. – 1991. – №2. – С. 8 – 10.
2. Окисление и обезуглероживание стали / Под ред. А. И. Ващенко. – М.:Металлургия. 1972. – 336 с.
3. В. І. Іванов, Т. М. Нестеренко, В. С. Баздирев Про зниження знеуглецювання сталі ШХ15 в термічних печах // Металознавство та обробка металів. – 2002. – №4. С. 8 – 11.
4. Стельмах А.У., Сидоренко О.Ю., Костюник Р.Е. Методика идентификации ГСМ по противозносным и антифрикционным свойствам с учетом реальных условий их работы // Технологические системы. – 2002. – №3. – С. 96 - 101.
5. Hertz H., Collected works, 1881.

Стаття надійшла до редакції 05.05.2014.