

УДК 621.89

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СПЛАВОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ИЗНОСА УЗЛОВ ТРЕНИЯ

**Субаев М.И., магистрант 2 года инженерного факультета,
Измайлов З.Ф., студент 3 курса инженерного факультета
Научный руководитель – Салахутдинов И.Р., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

Ключевые слова: износ, наноструктурированный сплав, деформация.

Рассмотрена возможность использования наноструктурированных материалов в паре трения «гильза цилиндра - поршневое кольцо» для снижения износа. Представлены аналитические выражения для расчета свойств материала сплава.

Снижение износа в паре трения «гильза цилиндра - поршневое кольцо» может быть достигнуто различными способами. При этом одним из перспективных является нанесение на трущиеся поверхности деталей металлов с низким коэффициентом трения, что позволит повысить их износостойкость, контактную жесткость, несущую способность, герметичность сопряжения, а в ряде случаев и коррозионную стойкость. Однако условия работы сопряжений ЦПГ выдвигают ряд требований к таким металлам - сохранение высокой пластичности в широком интервале изменения температур; сохранение несущей способности при значительных механических нагрузках; стойкость к воздействию агрессивной среды [1-5].

Исходя из этого особый интерес представляет возможность использования новых сплавов металлов, имеющих высокую прочность при низких и умеренных температурах и проявляющих уникальные технологические свойства: пластичность и высокую прочность при повышенных температурах. Высокая прочность при температурах $(0,2...0,4) \cdot T_n$ (где T_n - температура плавления материала), обусловлена результатом зернограничного упрочнения мелкозернистого материала (эффект Холла-Петча), а пластичность при температурах выше указанных - явлением зернограничного разупрочнения сплава металлов.

Таким образом, условием пластичности называют соотношение между напряжениями, возникающими в теле под действием внешней

нагрузки, и характеристиками механических (прочностных) свойств металла при данных температурно-скоростных условиях деформирования, определяющее момент перехода тела из упругого состояния в пластическое. В качестве характеристики механических свойств принимают напряжение текучести σ_m , т. е. истинное напряжение, соответствующее данному моменту пластического деформирования. В отдельных случаях возможно использование и условных напряжений: предела текучести $\sigma_{0,2}$ при холодном деформировании и временного сопротивления разрыву σ_b - при горячем, поскольку значения σ_T и σ_b при высоких температурах различаются незначительно.

Оценка возможности использования сплавов металлов может быть проведена по параметру равномерной деформации материала (ϵ_u). Одним из показателей, влияющего на равномерную деформацию материала является его напряжение течения (σ) [6].

$$\sigma = m\mu\alpha b\rho^{1/2} \quad (1)$$

где m – фактор Тейлора; μ – модуль сдвига; α – коэффициент взаимодействия дислокаций; b – вектор Бюргерса; ρ – плотность дислокации

Тогда, с учетом величины деформации ϵ , температуры (T), размера зерна (d) и скорости деформации ($\dot{\epsilon}$) напряжение течения примет вид [6]

$$\sigma(\epsilon, d, \dot{\epsilon}, T) = m\alpha\mu\left(\frac{b}{d}\right)^{1/2} \left[\beta_0 \exp\left(-m\frac{d_b}{d}\epsilon\right) + \frac{\beta d}{d_b} \left(1 - \exp\left(-m\frac{d_b}{d}\epsilon\right)\right) \right]^{-1/2}, \quad (2)$$

где $\beta_0 \approx 10^{-2}$ и $\beta \approx 1$ – коэффициенты, определяющие эффективность границ зерен наноструктурированного материала; d_b – размера зерна при начале разупрочнения материала, нм;

Подставляя напряжение (1) в условие образования шейки $d\sigma/d\epsilon < \sigma$, находим зависимость равномерной деформации ϵ_u от структурных факторов (размера зерен) и условий деформирования (температуры и скорости деформации).

Библиографический список

1. Повышение износостойкости гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко, Е.Н. Прошкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.- 2011. – № 1. – С. 102-106.
2. Глущенко, А.А. Влияние антифрикционных присадок в масле на температуру в трибоузле / А.А. Глущенко, И.Р. Салахутдинов, М.М. За-

- мальдинов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.- 2015.- № 2 (30). – С. 157-161.
3. Салахутдинов, И.Р. Повышение износостойкости гильз цилиндров бензиновых двигателей металлизацией рабочей поверхности трения / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.- 2012.- №2 (18).- С. 101-106.
 4. Теоретическое обоснование применения различных металлов для снижения износа деталей ЦПГ / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко, К.У. Сафаров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.- 2010. – № 1 (11). – С. 127-131.
 5. Салахутдинов, И.Р. Обоснование угла наклона вставки при биметаллизации поверхности гильзы цилиндров /И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко // Нива Поволжья.- 2010. –№ 4. –С. 52-56.
 6. Малыгин, Г.А. Механизмы прочности и пластичности нанокристаллических и наноструктурированных металлов и сплавов Г.А. Малыгин // Вестник ТГУ.- 2010.- Том 15, выпуск 3. - С. 787-788.

ON THE POSSIBILITY OF USING NANOSTRUCTURED ALLOYS TO REDUCE THE WEAR OF FRICTION UNITS

Subaev M.I., Izmailov Z.F.

Keywords: wear, nanostructured alloy, deformation.

The possibility of using nanostructured materials in the friction pair “cylinder liner - piston ring” is considered to reduce wear. Analytical expressions for calculating the properties of the alloy material are presented.