

системою мащення. Удосконалена математична модель еволюції структур обводненого мастильного матеріалу.

Ключові слова: радіальний підшипник ковзання, обводнений мастильний матеріал, моделювання.

A physical justification of the structural self-flooded of water-in-oil emulsion in the radial plain bearing with self-lubricating system is worked out. The mathematical model of the evolution of lubrication structures is improved.

Key words: journal bearing, water-in-oil emulsion, modeling.

УДК 621.567.2

Соломахин П. А., Сердобольская В. П.

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ПО КРИТЕРИЯМ ИЗНОСА

Запропонована методика і прилад для визначення безвідмовності роботи по мірі зношування пари тертя-ковзання з використанням коефіцієнта варіації твердості V_H .

Ключові слова: надійність, зносостійкість, твердість.

В качестве критерия износа в настоящей работе рассматривается коэффициент вариации интенсивности изнашивания, выраженной через коэффициент твердости V_H .

Одной из основных проблем надёжности является прогнозирование изменения работоспособности машин в процессе эксплуатации. Решить данную задачу позволяет разработка инженерных методик расчёта деталей и узлов машин на долговечность по износу.

Важнейшим аспектам совершенствования расчётов на износ является создание комплекса испытательно-измерительной аппаратуры для определения используемых в расчёте данных о свойствах поверхностных слоёв металла [1].

Известно, что для случая пластического контакта соотношения связывающие интенсивности износа со свойствами материалов и условиями трения имеет вид [2]

$$J = C \frac{P^{1+\frac{t+1}{2\nu}}}{H} \left[\frac{1}{\varepsilon_0} \sqrt{2C_4 \frac{\sigma b + 2\tau}{\sigma b - 2\tau}} \right]^t \frac{A_\varepsilon}{A_q} \quad (1)$$

при этом

$$\frac{\sigma b + 2\tau}{\sigma b - 2\tau} \approx \frac{1 + k'f}{1 - kf}; \quad k = \frac{2H}{\sigma b}, \quad (2)$$

где P – контурное удельное давление;

σb – предел текучести;

ε_0 – разрывное удлинение

H – твердость;

τ – удельная адгезия;

C_2 и C_4 – константы микрогеометрии.

$$C_2 = \frac{\sqrt{\nu C_4}}{2^{3/2}(\nu+1)}; \quad C_4 = \frac{h_{\max}}{rb^{J/\nu}} \quad (3)$$

Анализ выражений (1-3) показывает, что на интенсивность износа влияет безразмерный коэффициент r/H , представляющий собой отношение контурного удельного давления к твердости материала. Характер этого влияния в упрощенном виде аналитически может быть выражен степенной функцией

$$J = \left(\frac{P}{H}\right)^2, \quad (4)$$

где α - может принимать значения 1,5...2.

М. М. Хрущёвым [4] установлено что для металлических материалов при трении интенсивность изнашивания пропорционально давлению p и обратно пропорционально твердости изнашиваемого материала H

$$J = K_2 \frac{P}{H}, \quad (5)$$

где K – коэффициент пропорциональности

Эта закономерность сохраняется до твердости не превышающей значения 0,6...0,75 твердости абразива. При больших значениях твердости зависимость интенсивности изнашивания от твердости несколько понижается по сравнению с расчетной.

Если рассматривать суммарный износ сопряженных поверхностей 1 и 2, то

$$J = J_1 + J_2. \quad (6)$$

Суммарный износ можно выразить как:

$$\frac{1}{H^l} = \frac{1}{H_1^l} + \frac{1}{H_2^l}, \quad (7)$$

где H_1 и H_2 - твердости сопряженных поверхностей.

Используя формулы (4-7) можно выразить коэффициент вариации интенсивности изнашивания V_1 через коэффициенты вариации давления V_P , коэффициента трения V_f , твердости V_H и количества абразива V_q . Для случая изнашивания с заданным количеством абразива формула имеет вид:

$$V_1 = \sqrt{(mV_P)^2 + (nV_f)^2 + (I_{VH})^2}. \quad (8)$$

Значения V_H при рассмотрении изнашивания сопряженных деталей может быть оценено по коэффициенту вариации V_{H1} и твердости детали V_{H2}

$$V_H = \sqrt{\left[\left(\frac{\bar{H}}{H_1}\right)V_{H1}\right]^2 + \left[\left(\frac{\bar{H}}{H_2}\right)V_{H2}\right]^2}. \quad (9)$$

где: H_1, H_2 – твердость сопряженных поверхностей;

\bar{H} – среднее значение твердости (H_1, H_2);

V_{H1}, V_{H2} – коэффициент вариации сопряжения поверхностей.

Твердость сопряженных деталей является характеристикой наиболее активно влияющей на выносливость рабочих поверхностей

$$\sigma = C_B \cdot HB; \quad \sigma_m = C_R \cdot HRC, \quad (10)$$

где: C_B и C_R – коэффициенты зависимые от материала и термообработки.

HB и HRC – величины твердости по Бринеллю и по Роквеллу.

Но использовать на практике измерение сопряженной поверхности прибором Бринелля или Роквелла не представляется возможным по причине создания на рабочей поверхности отпечатков от внедрения индентора.

В этом случае достаточно информативной и не повреждающей рабочей поверхности сопряженных деталей является динамическая твердометрия.

Вероятностный расчет сопротивления усталости сопряженного соединения представляется в виде квантиля нормированного нормального распределения, по которой в дальнейшем определяется вероятность безотказной работы

$$U_p = -\frac{n-1}{\sqrt{n^2 V \Delta^2 + V}}$$

где n – коэффициент запаса прочности по средним напряжениям;

$V \Delta^2$ – коэффициент вариации предела выносливости;

V – коэффициент вариации нагрузки.

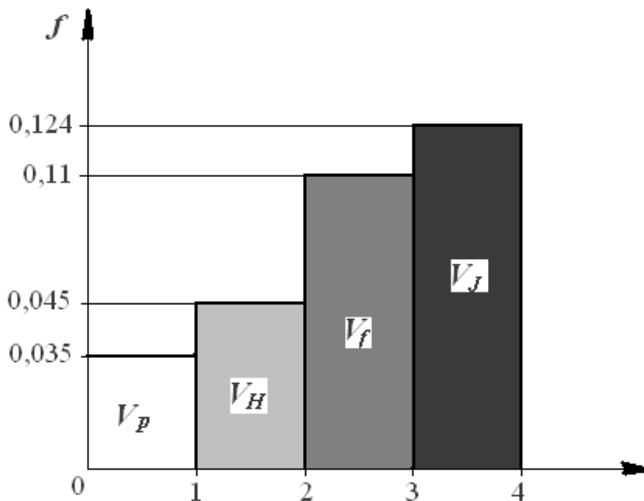


Рис.1. Коэффициент вариации:

V_p – давление; V_H – твердость; V_f – трение;

V_J – интенсивность изнашивания

Рассмотрим, каким образом можно оценить вероятность безотказной работы P по критерию износа подшипника скольжения из графитопласта АМС-3 твердостью НВ 30...40 ($\bar{H}_1 = 35$), работающего при сухом трении. Ресурс $t=800$ ч. [3]. Сопряжение подшипника с валом выполнено по посадке 30 Н8/d8. Вал стальной твердостью НВ 340...370 ($\bar{H}_2 = 355$). Условия трения – наибольшее давление в контакте при среднем зазоре $\bar{p} = 5$ МПа, $v=0,2$ м/с, $f=0,05...0,1$. Коэффициент вариации давления V_p определяется расчетными формулами связывающими максимальные давление и зазор. При величине зазора $\rho_n = 0,0075$ мм, вариации давления $V_p=0,035$.

Считая, что среднее квадратичное отклонение равно шестой части допуска, или коэффициент вариации трения $V_f = 0,11$, коэффициент вариации твердости $V_{H1} = 0,048$, $V_{H2} = 0,014$. Подставляя эти значения в формулы 8 и 9, коэффициент вариации твердости $V_H = 0,045$, коэффициент вариации интенсивности изнашивания $V_I = 0,124$, $U_p = -1,86$.

Зная U_p из вероятностных таблиц находим $P = 0,095$. Сопоставив соотношения параметров коэффициентов вариации V_p , V_b , V_H , V_f , представленных на рис.1, можно установить зависимость коэффициента вариации твердости V_H , как информативного параметра доступного для измерения рабочих изнашиваемых поверхностей от V_p , V_f , V_I

$$V_H = 0,363 \cdot V_I$$

$$V_H = 0,400 \cdot V_f$$

$$V_H = 1,200 \cdot V_p$$

Таким образом, динамическая твердометрия и прибор ПУД-01 могут быть очень полезны в комплексе испытательно-измеряемой аппаратуры, так как позволяют получить значение твердости, к примеру, рабочих поверхностей пар трения скольжения, по результатам которых можно определить степень интенсивности изнашивания по коэффициенту вариации V_H , при этом $V_H = f \cdot V_I$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сб. под редакцией И.В.Крагельского. Расчетные методы оценки трения и износа. Брянск. 1975. –233 с.
2. Х.Е. Кордонский, Г. М. Харич Вероятностный анализ процесса изнашивания. Изд. «Наука» М. –1968.–56 с.
3. Решетов Д.И., А.С. Иванов, В.З. Фадеев. Надежность машин, – М.: В.Ш. – С.1988-233 с.

4. Хрущев М.М. Исследование изнашивания металлов. Изд-во СССР. 1960.–220 с.
5. Александров В.Г., Майстров А.В., Потюков Н.П.. Авиационный технический справочник. М., 1975.–415 с.
6. Левина З.М., Решетов Д.И. Контактная жесткость машин. М., 1971.–45 с.

Methodology and device are offered for determination of faultlessness of work on the degree of wear of pair of friction-skidding with the use of coefficient of variation of hardness of VH.

Keywords: *reliability, wearproofness, hardness.*

Предложена методика и прибор для определения безотказности работы по степени изнашивания пары трения-скольжения с использованием коэффициента вариации твердости V_H .

Ключевые слова: *надежность, износостойкость, твердость.*

УДК 620.197.5:629

Стогний Г.В.

ЗАЩИТА КОРПУСОВ СКОРОСТНЫХ СУДОВ, ЭКРАНОПЛАНОВ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Анализ строительства современных судов по технологии Stealth. Перспективы развития строительства судов, кораблей и экранопланов, защита их корпусов от электромагнитных излучений.

Ключевые слова: *экрANOпланы, электромагнитные излучения, стэлс.*

Постановка проблемы. Развитие судостроения характеризуется резким повышением эксплуатационных скоростей, значительным расширением районов плавания, что вызывает необходимость повышения безопасности судоплавания, применять для судовых конструкций и корпусов кораблей новые высокопрочные и коррозионностойкие материалы (алюминиевые, титановые и медные сплавы). Поэтому существует реальная необходимость защиты судовых и корабельных конструкций из алюминиевых сплавов от контактной коррозии.

Анализ последних достижений Главенствующими, определяющими факторами в морских сражениях, в победах были и остаются скрытность и скорость кораблей. По этому США активно развернули работу по созданию кораблей невидимок. Для решения этой программы они еще в 30 годах пригласили передовых физиков, в том числе и Эйнштейна. С его активным участием провели так называемый «Филадельфийский эксперимент» с эсминцем «Элдридж», который пытались окутать мощным электромагнитным полем. Эксперимент не удался. «Элдридж» просто «прыгнул» в пространстве и времени.

После этого ими была создана другая технология Stealth, для летающих аппаратов. Они создали самолёты В-2 и Ф- 117 А, и беспилотные самолёты Stealth, в которых использовались специальные геометрические формы, для максимального рассеивания радарных волн и плюс специальный материал, поглощающий или рассеивающий электромагнитные сигналы. Типовые радары как правило обнаруживают корабль на расстоянии 50 – 60 миль. В то же время корпус из Stealth они способны обнаружить за 15 – 20 миль. Наиболее оригинальным примером является американский корабль «Sea shadow» (Морская тень), борта которого