

¹А. Г. Кузьменко, д-р техн. наук, проф.,

²О. А. Вишневский, асист.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДА ИСПЫТАНИЙ НА АБРАЗИВНЫЙ ИЗНОС ПО СХЕМЕ МАЛЫШЕВА- ВЕЛЛИНГЕРА-УЭТЦА

¹Хмельницкий национальный университет, tribosensor@gmail.com

²Национальный авиационный университет

Разработаны теоретические основы метода испытаний на абразивный износ с определением параметров построенной модели изнашивания.

Общие положения и цель работы. Первое упоминание об использовании метода по схеме – образец, который движется в абразивной смеси (ОДАС), находим в работе А.П. Малышева [1] в 1917 году. Испытаниям подверглись образцы из свинца, олова, цинка и меди. Веллингера и Уэтца в 1963 году опубликовали результаты испытаний по схеме ОДАС, где образцы делали только вращательные движения в абразивной смеси [2].

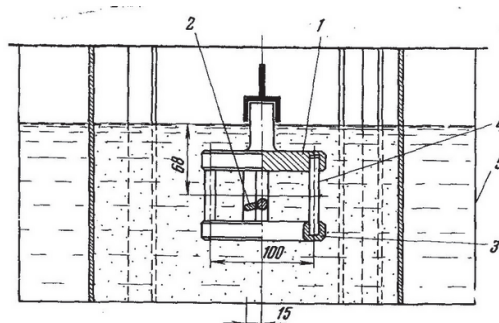


Рис. 1. Схема Веллингера и Уэтца для испытания на изнашивание в гидроабразивной смеси: 1 – кольцо, прикреплённое к вертикальному валу; 2 – четыре стойки; 3 – нижнее кольцо; 4 – цилиндрический образец

Показателем изнашивания считалось отношение объёмных износов образца к эталону, который испытывался вместе с первым. Во время испытаний гидроабразивная смесь нагревалась, поэтому бак, где она находилась, постоянно охлаждали. К недостаткам

схемы также относится вращение жидкости, которая присутствует в смеси и неравномерное распределение абразивных частиц. Таким образом не известна действительная скорость удара гидроабразивной смеси и образца. Не была построена модель изнашивания с параллельным определением её параметров и, как следствие, было невозможно переносить результаты на другие силовые, кинематические и геометрические условия проведения испытаний. Определение величины износа путём взвешивания образцов превращало эти показатели в чисто качественные.

Цель этой работы:

- разработка многофакторной модели абразивного изнашивания;
- создание методики определения параметров модели изнашивания.

Разработка обобщённой модели. Построение обобщённой модели абразивного изнашивания произведём по схеме ОДАС методом теории подобия и размерностей (ТПР). В соответствии с методом ТПР на первом этапе составляется перечень всех определяемых и определяющих величин с их размерностями [3]. Определяемой величиной является интенсивность линейного износа dU_w/ds , где U_w (м) – линейный износ образца, s (м) – путь трения частиц песка по образцу. В качестве определяющих величин или основных факторов, влияющих на абразивный износ выступают:

- давление песка на образец σ [Н/м²];
- твёрдость материала образца НВ [Н/м²];
- скорость перемещения абразивных частиц по поверхности образца при взаимодействии ϑ [м/с];
- размер абразивных частиц (зернистость) δ [м];
- кинематическая вязкость сыпучей среды (песка) ν_0 [м²/с];
- объёмы песка и воды в смеси V_{Π} и V_B соответственно;
- температура абразивной смеси T_c [°C];
- температура плавления металла образца $T_{пл}$ [°C];
- радиус цилиндра (образца) R (м).

На втором этапе по методу ТПР из определяющих и определяемых величин составляются безразмерные комплексы [4].

Определяемый безразмерный комплекс – это интенсивность линейного износа

$$\Pi_w = \frac{dU_w}{ds} \left[\frac{\text{М}}{\text{М}} \right]; \quad (1)$$

Из определяющих величин можно составить следующие безразмерные комплексы:

– безразмерное давление

$$\Pi_\sigma = \frac{\sigma}{HB} \left[\frac{\frac{\text{Н}}{\text{М}^2}}{\frac{\text{Н}}{\text{М}^2}} \right]; \quad (2)$$

– безразмерная скорость соответствует числу или критерию Рейнольдса

$$\Pi_v = \frac{g\delta}{v_0} \left[\frac{\frac{\text{М}}{\text{с}} \cdot \frac{\text{М}}{\text{с}}}{\frac{\text{М}^2}{\text{с}}} \right]; \quad (3)$$

– объединённый комплекс построен на основе комплексов (1) и (2)

$$\Pi_{\sigma v} = \frac{\sigma}{HB} \cdot \frac{g\delta}{v_0}; \quad (4)$$

– гомологическая температура в контакте

$$\Pi_T = \frac{T_c}{T_{пл}} \left[\frac{^{\circ}\text{C}}{^{\circ}\text{C}} \right]. \quad (5)$$

– безразмерный объём, равный отношению объёма воды и песка к объёму песка в смеси;

$$\Pi_V = \frac{V_{\Pi} + V_B}{V_{\Pi}} \left[\frac{\text{М}^3}{\text{М}^3} \right]. \quad (6)$$

На третьем этапе метода ТПР из эксперимента устанавливается зависимость между безразмерными комплексами, играющими роль критериев подобия.

В качестве основной формы зависимости между безразмерными критериями (1–5) выберем функцию вида:

$$\frac{dU_w}{ds} = K_w \left(\frac{\sigma}{HB} \right)^m \left(\frac{g\delta}{v_0} \right)^n \left(\frac{V_{\Pi} + V_B}{V_{\Pi}} \right)^k \left(\frac{T_c}{T_{пл}} \right)^a \quad (7)$$

Задавшись базовыми значениями определяющих величин: $HB_{\delta}, \delta_{\delta}, v_0, V_B=0$, без учёта температуры проводим испытания и получаем зависимость (7) в форме

$$\frac{dU_w}{ds} = K_w \sigma^m g^n \quad (8)$$

В качестве первого варианта модели можно принять $v=v_0$, $n=1$, тогда

$$\frac{dU_w}{ds} = K'_w \sigma^m \quad (9)$$

После интегрирования модель изнашивания (9) примет следующую форму.

$$U_w = K'_w \sigma^m s \quad (10)$$

Определим параметр K'_w

$$K'_w = \frac{U_w}{\sigma^m s} \quad (11)$$

Из результатов эксперимента $\phi=60^\circ$, $t=70$ ч, $U_w=0,07$ мм, $\sigma=0,0235$ кг/мм², $s=218,4 \cdot 10^3$ мм, $K_w=1,12 \cdot 10^{-6}$

Выводы. Построена многофакторная модель абразивного изнашивания материалов свободным абразивом на основе теории подобия и размерности. Создана методика определения параметров модели изнашивания.

Список литературы

1. Малышев А.П. Изнашивание материалов от трения// Вестник общества сибирских инженеров. – 1917. – Т. 2, № 5–6.
2. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. – М.:Наука, 1970. – 252с.
3. Веников В.А. Теория подобия и моделирования. – М.:Высш. Шк., 1976. – 479с.
4. Кузьменко А.Г. Прикладная теория методов испытаний на износ. – Хмельницкий:ХНУ, 2007. – 579с.

Кузьменко А.Г., Вишневський О.А. Теоретичні основи метода випробувань на абразивний знос за схемою Малишева-Веллінгера-Уетца/ Проблеми тертя та зношування: наук.-техн. зб. – К.: Вид-во НАУ «НАУ-друку», 2011. – Вип. 55. – С.79–82.

Розроблені теоретичні основи метода випробувань на абразивний знос з визначенням параметрів побудованої моделі зношування.

Рис. 1, список лит.: 6 наим.

Kuzmenko A. G., Vishnitskiy O. A. Theoretical foundations of abrasive wear test method according to Malyshev-Wellinger-Wetz scheme

There are developed the theoretical foundations of abrasive wear test method with determining the parameters of created wear model.

Стаття надійшла до редакції 24.04.2011