

7. Войтов В.А. Методика оценки показателя противопиттинговой способности смазочных материалов / В.А. Войтов, С.А. Митиков, М.И. Суханов, С.А. Шевченко // Проблемы трибологии. – 2006. – № 1. – С. 39 – 43.

8. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул: Учебн. Пособие для втузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш.шк., 1988. – 239 с.

Abstract

Based on the analysis of acoustic emission signals developed a new method of laboratory evaluation vs. pitting ability oils and results of tests of gear oils for various groups' exploitation API are presented in the article.

УДК 621. 924.9

ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОЙ СФЕРИЧЕСКОЙ ЧАСТИЦЫ ПРИ УДАРНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С УПРУГО-ПЛАСТИЧНЫМ ПОЛУПРОСТРАНСТВОМ

А.В. Горик, д.т.н., профессор, А.А. Ландар, к.т.н., доцент

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Представлено аналитическое определение оптимальных режимов (скорости и угла атаки) абразивной очистки поверхностей машин и оборудования на основании упругопластической модели взаимодействия твердой сферической частицы с упруго-пластичным полупространством.

Введение

Дробеструйная обработка металлических изделий с целью очистки поверхности от окалины, ржавчины, пригара, формовочной земли, сварочного флюса и других механических и окисных загрязнений, характеризующаяся массовым скоростным съемом элементарных объемов обрабатываемого материала, является распространенным технологическим процессом в техническом сервисе машин и оборудования. Съем металла при взаимодействии контртел в результате пластических деформаций сопровождается достаточно высокими давлениями режущих кромок дробинки на обрабатываемую поверхность. Величина давлений по разным источникам колеблется от нескольких сотен до десятков тысяч МПа [1, 2]. При этом указывается на усталостный съем металла при сопутствующих явлениях микрорезания без выхода на конкретные решения относительно контактного движения дробинки.

Основными технологическими режимами дробеструйной очистки металлических изделий являются скорость V и угол α атаки [3, 4], которые определяют проектные параметры процесса. К сожалению, взаимосвязанные скоростные и геометрические характеристики процесса, не достаточно описаны аналитически, что приводит к неэффективным проектным решениям или дополнительным затратам на экспериментальное определение оптимальных режимов дробеструйной очистки при конкретных исходных данных.

На основании экспериментальных исследований предлагается возможный аналитический способ описания некоторых параметров движения летящей твердой частицы в момент контакта с упруго-пластичным полупространством.

Экспериментальные исследования проводились на плоских образцах из низкоуглеродистой стали 10. Атакующая частица – стальная колотая дробь ДСК-17 с условным диаметром 1мм. Скорость атаки $v_0 = 90...120 м/с$, угол атаки $\alpha = 45^\circ...60^\circ$.

Результаты исследований

Представим косой удар дробинки, которая атакует обрабатываемую поверхность со скоростью V под углом α , в виде двух независимых движений: по нормали к обрабатываемой поверхности и в тангенциальном направлении относительно поверхности (рис.1).

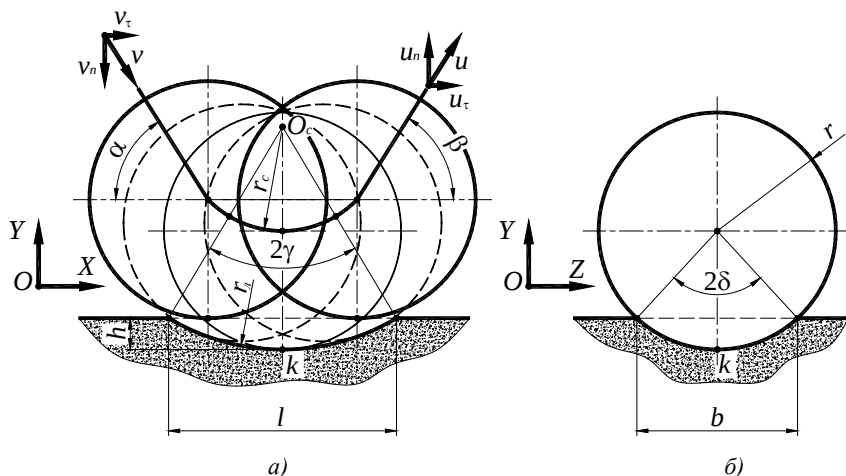


Рисунок 1 – Принята схема однократного контакта дробинки с обрабатываемой поверхностью

Для аналитического обоснования скорости и угла атаки принимаем траекторию движения дробинки относительно нормали, которая проходит через

точку k максимального погружения, симметричной (рис. 1, a). Это означает, что активная фаза контакта (фаза погружения) и пассивная (фаза выхода) имеют сходные кинематические параметры. При этом соотношения составляющих скоростей в нормальном и касательном к плоскости направлении остаются постоянными и связанными тригонометрическими функциями [3]. Также считаем движение сферической твердой частицы во время контакта плоскопараллельным, а полупространство – упруго-пластичным.

Оценим сначала скоростные параметры контакта дробинки с полупространством. Разложим скорости атаки V и рикошета U на нормальные $v_n = v \sin \alpha$, $u_n = u \sin \beta$ и тангенциальные $v_\tau = v \cos \alpha$, $u_\tau = u \cos \beta$ составляющие. Принятые допущения позволяют рассматривать движение дробинки только в фазе погружения, когда в соответствии с упругопластической моделью [3], движение в нормальном направлении описывается соотношениями

$$y(t) = v_{0y} \sqrt{m/k} \sin(\sqrt{k/m} \cdot t), \quad v_y(t) = v_{0y} \cos(\sqrt{k/m} \cdot t), \quad (1)$$

где $y(t)$ – абсолютная величина погружения дробинки; t – время погружения; v_{0y} – нормальная составляющая начальной скорости; k – упруго-пластический коэффициент [4]; m – масса дробинки.

Исходя из (1), конечные значения y и t на фазе погружения

$$y_{\max} = h = v_{0y} / \sqrt{k/m}, \quad t_{y_{\max}} = t_h = 0,5\pi / \sqrt{k/m}. \quad (2)$$

Движение дробинки в тангенциальном направлении на активной фазе погружения определяется выражениями

$$x(t) = (v_{0x} + \mu_s v_{0y})t - \mu_s v_{0y} \sqrt{m/k} \sin(\sqrt{k/m} \cdot t), \quad (3)$$

$$v_x(t) = (v_{0x} + \mu_s v_{0y}) - \mu_s v_{0y} \cos(\sqrt{k/m} \cdot t), \quad (4)$$

где $x(t)$ – абсолютная величина перемещения дробинки по касательной к плоскости; v_{0x} – тангенциальная составляющая начальной скорости; μ_s – приведенный коэффициент трения при пластическом деформировании обрабатываемой поверхности.

Подставив в (3) время контакта из (2), получим тангенциальное перемещение атакующей частицы на первой активной фазе – фазе погружения при абсолютных значениях скоростей

$$x = \sqrt{m/k} (0,5\pi v_{0x} + \mu_s v_{0y} (1 - 0,5\pi)). \quad (5)$$

Усредненные скорости на фазе погружения в соответствии с полученными выражениями (1, 4) будут определяться так:

$$v_{y.cp} = y_{\max} / t_h = \left(v_{0y} / \sqrt{k/m} \right) / \left(0,5\pi / \sqrt{k/m} \right) \approx 0,64 v_{0y},$$

$$v_{x.cp} = x / t_h = \left(0,5\pi v_{0x} + \mu_s v_{0y} (1 - 0,5\pi) \right) / 0,5\pi.$$

Эти подходы к скоростным показателям дробеструйной очистки позволяют с практической точностью определять полные перемещения атакующей частицы по нормальному и тангенциальному направлениям, время контакта дробинки с обрабатываемой поверхностью $t_k = 2t_h$. Полученные выражения служат исходными условиями для определения наибольшей производительности процесса и, как следствие, оптимального угла атаки дробеструйным факелом обрабатываемой поверхности.

Для аналитического установления, с точки зрения максимальной производительности процесса, оптимального угла атаки, рассмотрим взаимодействие отдельно взятой твердой дробинки с обрабатываемой поверхностью и распространим его на весь дробеструйный факел с возможными поправками.

В процессе взаимодействия с обрабатываемой поверхностью в соответствии с [3] дробинка оставляет на ней след (лунку) длиной $l = l_{cl}$ шириной $b = b_{cl}$ и глубиной $h = h_{cl}$ (рис.1), который условно можно представить сочетанием двух сферических полусегментов, соединенных цилиндрическим сегментом, как результат независимых последовательных движений по y и x .

Объем такого следа свяжем с производительностью деформирования обрабатываемой поверхности при абразивном действии на нее дробинки диаметром d . Объем следа является суммой объемов сферического сегмента $w_c \approx 0,5\pi d h_{cl}^2$ и цилиндрического, длина которого определяется удвоенным значением тангенциального перемещения x атакующей частицы на первой активной фазе (5), $w_y \approx 2\pi d h_{cl} x$. Таким образом,

$$w_{cl} = w_c + w_y \approx 0,5\pi d h_{cl}^2 + 2\pi d h_{cl} x.$$

Отнеся полученный объем к соответствующему времени контакта с учетом выражений (2), перейдем к производительности деформирования в зависимости от скорости и угла атаки.

Производительность деформации поверхностного слоя, в результате которого дробинка образует на обрабатываемой поверхности след в виде продленного сферического сегмента при движении по нормали за время $t = t_h$, составляет

$$Q_n = w_c / t_h = dv_{oy}^2 \sqrt{m/k},$$

при движении в тангенциальном направлении за время $t = t_\kappa = 2t_h$

$$Q_\tau = w_\tau / t_\kappa = dv_{oy} \sqrt{m/k} \left(\pi v_{ox} + \mu_s v_{oy} (2 - \pi) \right).$$

Производительность отделения частиц металла Q_w в процессе дробеструйной очистки, которая выражается объемом удаленного металла за единицу времени, пропорциональна производительности деформации поверхности. Ее можно определить по зависимости:

$$Q_w = (Q_n k_{разр} + Q_\tau k_{смп}) (B/m),$$

где Q_w – объемная производительность дробеструйной очистки; $k_{разр}$ – коэффициент разрушения металла в результате усталостного механизма; $k_{смп}$ – коэффициент стружкообразования при микрорезании; B – массовая подача дробы за единицу времени; m – масса одной дробинки.

Приведенные коэффициенты $k_{разр}$ и $k_{смп}$ характеризуют разную природу разрушения поверхностного слоя металла при дробеструйной очистке. Для низкоуглеродистых сталей эти коэффициенты в зависимости от угла атаки изменяются по нелинейным законам увеличиваясь от некоторого минимального значения при $\alpha \rightarrow 0^\circ$ до максимальных значений при $\alpha = 45^\circ \dots 60^\circ$ и снова идут на спад. Их максимальные значения при скоростях атаки дробью диаметром 1 мм в диапазоне 90...120 м/с такие: $k_{разр} \approx 0,1 \dots 0,2$, а $k_{смп} \approx 0,3 \dots 0,5$. Оптимальный угол атаки α можно определить, построив графические зависимости $(Q_n k_{разр}, Q_\tau k_{смп}, Q_w) = f(\alpha)$, при постоянных значениях v_0 и d .

Заключение

Экспериментальные данные и теоретические расчеты свидетельствуют о том, что оптимальные углы атаки низкоуглеродистых сталей находятся в диапазоне значений $\alpha \approx 45^\circ \dots 60^\circ$. При этом достигается также и наибольшая продуктивность очистки металлических изделий. Полученные результаты относительно угла атаки α отвечают оптимальным технологическим режимам дробеструйной очистки всех марок углеродистых сталей, прошедших термическую обработку в режиме нормализационного отжига. К тому же углы атаки $\alpha = 45^\circ \dots 60^\circ$ обеспечивают и наиболее высокую стойкость стальной колотой дробы, что положительно отражается на эффективности технологического процесса дробеструйной очистки.

Литература

1. Виноградов В.Н. Изнашивание при ударе / В.Н. Виноградов, Г.М. Сорокин, А.Ю. Албагачиев. – М.: Машиностроение, 1982. – 192с.
2. Лурье Г.Б. Шлифование металлов / Г.Б. Лурье. – Л.: Наука, 1977. – 224с.
3. Горик А.В. Упругопластическая модель ударного взаимодействия твердой частицы с плоской металлической поверхностью / А.В. Горик, С.Б. Ковальчук, Г.А. Шулянский // Бетон и железобетон в Украине. – Полтава, 2013. – 1 (71). – С.13-21.
4. Горик А.В. Определение упругопластического коэффициента ударного взаимодействия сферического индентора с деформируемым полупространством / А.В. Горик, С.Б. Ковальчук, Г.А. Шулянский // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 1/7(61). – 2013. – С.56-59.

Abstract

The analytical determination of optimal modes (speed and angle of attack) abrasive surface cleaning machines and equipment based on an elastoplastic model of interaction between a solid spherical particles with an elastic-plastic half-space

УДК 502/504 631.311.5

ОБКАТКА И ОБЖАТИЕ ВТУЛОК ИЗ ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ

С.О. Нукешев¹, д.т.н., доцент, С.К. Тойгамбаев², к.т.н., профессор,
С.Н. Романюк², аспирант

¹Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан, ²Московский государственный университет природообустройства, г. Москва, Российская Федерация

В статье приведен общий обзор существующих способов восстановления подшипников скольжения. Приводятся некоторые результаты проведенных опытов с использованием многороликовой установки для обкатки и обжатия подшипников скольжения при их восстановлении.

Введение

Бронзовые подшипниковые втулки нашли широкое применение в сельскохозяйственных, транспортных и технологических машинах. Они способны воспринимать значительные знакопеременные нагрузки, выдерживать высокие скоростные и температурные режимы, работать в условиях недостаточной смазки, в присутствии абразива, воды и других