

УДК 621.778.6:621.9.048

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА КОНТАКТНОЕ ТРЕНИЕ ПРИ ОСАДКЕ

В работе силу и коэффициент трения определяли методом проталкивания плиты между двумя одновременно осаживаемыми образцами.

Преимущества этого метода заключаются в том, что он дает возможность определять коэффициенты трения в условиях пластического течения металла. Для этого достаточно просто опробовать различные схемы введения колебаний в очаг деформации, а также исследовать влияние различных смазок, материалов, шероховатости поверхности обрабатываемого инструмента и ряда других факторов на контактное трение.

Коэффициент трения по данному методу определяли по формуле

$$\mu = \frac{T}{2P},$$

где T — сила трения, т.е. сила проталкивания плиты;
 P — сила нормального давления.

Ультразвуковые колебания вводили нормально и параллельно контактной поверхности, т.е. в первом случае продольные колебания совершал пуансон, а во втором — проталкиваемая плита. Очаг деформации в обоих случаях был расположен в пучности смещений. Установка для проведения исследований состояла из специально спроектированного штампа, смонтированного на испытательной машине УИМ-5 с усилием 5 тс, магнитострикционных преобразователей ПМС-7А, ультразвукового генератора УЗГ-10У и приспособления для бокового смещения плиты между двумя осаживаемыми образцами.

Силу трения, нормальное давление и путь деформации через тензометрический усилитель ТА-5 фиксировали осциллографом Н-700. В штампе была предусмотрена акустическая изоляция колебательной системы от пассивных элементов конструкции.

Осаживанию подвергали образцы из меди МЗ и алюминия А00 высотой 8 и диаметром 12 мм. Предварительно образцы отжигали в вакууме. Проталкиваемые плитки были изготовлены из стали ШХ15 (HRC 58 + 60). Шероховатость их рабочей поверхности соответствовала 3-му, 6-му и 9-му классам чистоты по ГОСТ 2789-59.

В качестве смазок были использованы свиной жир, машинное масло СУ, касторовое масло, олеиновая кислота, хозяйственное мыло.

Степень снижения коэффициента трения под действием ультразвука определяли из выражения

$$\mu_y = \frac{M\delta \cdot M_y}{M\delta} \% .$$

где $M\delta$ и M_y - соответственно коэффициенты трения при осаживании в обычных условиях и с ультразвуком.

Об эффективности действия ультразвука на смазки судили по выражению

$$\mu_{эф} = \mu_{см} - \mu_y ,$$

где $\mu_{см} = \frac{M_{см\delta} - M_{смy}}{M_{см\delta}} \%$ - величина, определяющая степень снижения коэффициента трения под действием ультразвука при осаживании со смазкой;

$M_{см\delta}$, $M_{смy}$ - соответственно, коэффициенты трения при осаживании со смазкой в обычных условиях и с ультразвуком.

Если $\mu_{эф}$ имеет положительное значение, то эффективность смазок под действием ультразвука повышается и наоборот.

Результаты исследований при введении ультразвуковых колебаний нормально к поверхности контакта представлены в таблице I.

Т а б л и ц а I

Влияние ультразвука на контактное трение при осаживании медных образцов

Смазка	Эффективность от воздействия ультразвука на контактное трение при степенях деформации, %								
	6-й класс чистоты				9-й класс чистоты				
	10	15	20	25	30	10	15	20	25
Без смазки	22	20	20	19	19	55	41	37	36
Свиной жир	52 (+30)	45 (+25)	40 (+20)	37 (+18)	34 (+15)	63 (+8)	47 (+6)	28 (-9)	22 (-14)
Машинное масло	42 (+20)	34 (+14)	28 (+8)	20 (+1)	15 (-4)	32 (-22)	30 (-11)	25 (-12)	20 (-16)
Касторовое масло	27 (+5)	23 (+3)	20 0	18 (-1)	17 (-2)	48 (-7)	26 (-15)	25 (-12)	25 (-11)
Олеиновая кислота	13 (-9)	12 (-8)	10 (-10)	10 (-9)	10 (-9)	64 (+9)	60 (+19)	56 (+19)	49 (+13)
Мыло хозяйственное	15 (-7)	9 (-11)	5 (-15)	3 (-16)	3 (-16)	48 (-7)	31 (-11)	22 (-15)	22 (-14)

Примечание. В строке "Без смазки" приведены значения μ_y , в остальных строках - значения $\mu_{см}$ и в скобках $\mu_{эф}$.

Результаты эксперимента для грубо обработанной поверхности инструмента (3-й класс чистоты) в таблице не представлены, так как эффективность воздействия ультразвука в этом случае составляла всего лишь 2-5%.

Аналогичные исследования проведены при осаждении алюминия, где в среднем снижение коэффициентов трения под действием ультразвука без применения смазки составляло 23-40% при применении инструмента, поверхность которого была обработана по 9-му классу чистоты, и 17-28% - для 6-го класса (большее значение соответствует степени деформации 10% и меньше - 30%). Применение смазок при осаждении алюминия приводило во всех случаях к снижению коэффициента трения. Например, при смазке олеиновой кислотой снижение коэффициента трения составляло 48-60% для 9-го класса чистоты поверхности инструмента и 8-15% - для 6-го. Со смазкой свинным жиром эти показатели соответственно имели значения 17-35% и 20-32%.

При введении продольных колебаний параллельно поверхности контакта снижение коэффициента трения при осадке образцов из меди без специально наносимой смазки уменьшалось с 50 до 24% при применении инструмента 9-го класса чистоты и от 15 до 10% для 6-го класса с увеличением степени деформации от 10 до 30%.

Анализ полученных в работе данных позволяет сделать следующие выводы. С увеличением степени деформации коэффициенты трения увеличиваются при осаждении в обычных условиях и с ультразвуком. Эффект от воздействия ультразвука на контактное трение при осадке со смазкой и без нее уменьшается с ростом степени деформации и шероховатости поверхности инструмента.

Результаты экспериментальных данных объясняются воздействием ультразвуковых колебаний на обрабатываемый металл, контактные условия и вещество смазки.