

На практике решение данной задачи дает возможность оценить износ различных участков деталей, работающих в указанных выше условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Градштейн И.С., Рыжик И.М. Таблицы интегралов, суммы рядов и произведений. М., 1970 г.

УДК 621.8

Г.Н. Алехнович

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛИРУЕМОЙ ГЕОМЕТРИИ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ СОПРЯГАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ НА ПРОЦЕСС ТРЕНИЯ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Детали машин и механизмов, которые по конструкции и назначению должны обеспечить подвижные сочленения, могут иметь цилиндрические или плоские поверхности сопряжения, изготовленные с высокой степенью точности и имеющие минимальные допустимые зазоры, обеспечивающие плавное перемещение деталей относительно друг друга.

Жесткость, износостойкость, антифрикционные свойства и теплостойкость определяются главным образом качеством их рабочих поверхностей и в первую очередь их микрорельефом. Микрорельеф поверхностей деталей имеет ряд характерных особенностей, к которым следует отнести малую высоту неровностей (R_z от 3,2 до 0,125 мкм). Однако, для трущихся поверхностей чрезмерное уменьшение шероховатости поверхности ухудшает условия трения, вероятность схватывания поверхностей. При трении, в условиях несовершенного смазочного слоя, решающее значение имеет «маслоемкость» поверхностей, определяемая объемом впадин неровностей, с помощью которых на поверхности удерживается смазка.

Анализ методов финишной обработки сопрягаемых поверхностей деталей показывает их ограниченные возможности.

К ним относятся:

- а) образуемый микрорельеф неоднороден в отношении формы и размеров микронеровностей;
- б) шаг и высота микронеровностей взаимосвязаны и, как следствие, малая маслоемкость высокочистых поверхностей;

в) управление формой микронеровностей практически невозможно.

Одним из направлений совершенствования чистовой обработки деталей является тонкое пластическое деформирование поверхностных слоев металла. На этом принципе создан способ обработки вибрационным обкатыванием [1], позволяющим управлять размерами, формой и расположением неровностей. Микрорельеф виброобкатанных поверхностей характеризуется наличием систем масляных карманов, способствующих удержанию на поверхности трения необходимого количества смазки. При вибрационном обкатывании в отличие от гладкого обкатывания, помимо основного движения подачи деформирующему элементу в виде алмазного наконечника при помощи специального приспособления придается дополнительное осциллирующее движение вдоль образующей детали с большой частотой и малой амплитудой. Высокая степень однородности формы и размеров выдавливаемых при виброобкатывании канавок и регулярность их расположения позволяют аналитически рассчитать «маслосъемность» поверхности.

Исследования влияния регулярного микрорельефа поверхностей сопрягаемых деталей на температуру в зоне трения проводились на паре «шпиндель — подшипник скольжения» сверлильного приспособления автомата продольного точения. Шпиндель вращается с частотой до 1000 рад/сек и периодически совершает возвратно-поступательное перемещение с малой скоростью — движение подачи. В процессе работы шпиндель воспринимает изгибающие и крутящие нагрузки.

Исследуемая подшипниковая пара является гидродинамическим подшипником. По ряду причин, основными из которых является непараллельность образующих рабочих поверхностей шпинделя и втулки, изгиб шпинделя под действием внешней нагрузки, происходит неравномерное распределение давлений по длине втулки.

На отдельных участках давление возрастает, а толщина масляного несущего слоя уменьшается. Несущий масляный слой в этих местах практически отсутствует, а оставшаяся пленка смазки быстро перегревается и теряет свои смазочные свойства. Повышается износ поверхностей и происходит схватывание. [2]

Сравнивались пары «шпиндель-подшипник скольжения», рабочие поверхности шпинделей которых после доводки обрабатывались алмазным выглаживанием и виброобкатыванием.

Материал шпинделя — сталь 12ХНЗА (HRC=59 + 62), материал втулок — бронза БрОФ10-0,5. Обработка шпинделей производилась алмазным наконечником с радиусом закругления $r = 1,0$ мм.

При алмазном выглаживании ($P = 150$ Н; $S = 0,07$ мм/об., $V = 40 \div 50$ м/мин.) шероховатость рабочих поверхностей шпинделя уменьшилась до 0,03. Микро-твердость поверхностного слоя увеличилась с $НД=8400$ Н/мм² до $НД=9600$ Н/мм².

При вибрационном обкатывании с усилием $P = 250$ Н образовалась система канавок средняя глубина которых составила 3+4 мкм.

Детали собирались с одинаковым зазором, равным 7+8 мкм. Испытания узлов проводились на автомате продольного точения мод. ПП2 в условиях, близких к эксплуатационным. Подвод смазки в зону трения осуществлялся от индивидуальной масленки эпизодически.

Смазкой служило масло Л (велосит).

Измерение температуры производилось термодатчиком вмонтированным в поверхностный слой втулки.

При испытании доведенных шпинделей при скорости скольжения, равной 7,2 м/сек, температура в зоне трения достигла 65 °С и произошло «схватывание».

При испытании алмазновыглаженных шпинделей при той же скорости скольжения температура в зоне трения была 55 °С. «Схватывание» произошло при скорости скольжения, равной 9 м/сек.

При испытании виброобкатанных шпинделей при скорости скольжения, равной 7,2 м/сек, температура в зоне трения была 44 °С, а при увеличении скорости скольжения до 9 м/сек шпиндель работал нормально, хотя наблюдалось незначительное повышение температуры.

Анализ полученных экспериментальных данных позволил сделать вывод, что образование системы регулярно расположенных масляных канавок на рабочей поверхности высокоскоростного шпинделя привело к улучшению условий трения — устранению натиров, задиров и схватывания, а так же снижению температуры в зоне трения в 1,3÷1,5 раза по сравнению с доведенным шпинделем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амбарян Р.Х. Влияние микрорельефа рабочих поверхностей на температуру в зоне трения шпиндель-подшипник скольжения. Сборник научных трудов аспирантов ЛИТМО. — Л., 1974. — С. 133–135. 2. Левина З.М., Решетов Д.Н. Контактная жесткость машин. — М.: Машиностроение, 1971. — 264 с.