

Н. А. Иззетов, канд. техн. наук, Симферополь, Украина

СПОСОБ ПРИТИРАНИЯ КОНИЧЕСКИХ ГЕРМЕТИЧНО СОПРЯЖЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

У статті представлений аналіз існуючих методів взаємного притирання конічних, точних, герметично сполучених поверхонь і фактори, які впливають на формування якісного сполучення та ефективності притирання.

Визначені основні шляхи вдосконалення процесів взаємного притирання конічних сполучених поверхонь.

В статье представлен анализ существующих методов взаимной притирки конических, точных, герметично сопряженных поверхностей и факторы, влияющие на формирование качественного сопряжения и эффективности притирки.

Определены основные пути совершенствования процессов взаимной притирки конических сопряженных поверхностей.

The paper presents an analysis of existing methods of mutual grinding of conical mating surfaces sealed precision and the factors influencing the formation of conjugation quality and efficiency of grinding.

The main ways to improve the processes of mutual grinding of conical mating surfaces.

Постановка проблеми. Изготовление изделий с точными коническими сопряженными поверхностями, особенно с малыми углами конусности, связано с большими технологическими трудностями, которые существенно возрастают с повышением требований к герметичности этих сопряжений.

Анализ литературных данных показывает, что процесс притирания представляет собой сложный комплекс механических (выкрашивание и отрывание частиц обрабатываемого материала, образование стружки и т. д.), химических (образование окисных пленок) и физико-химических (адсорбционное понижение твердости притирающихся поверхностей) явлений [1], которые, однако, полностью не объясняют причин возникновения заедания и задиров притираемых поверхностей. Очевидно, в процессе притирки происходят также физические процессы (например, проникновение частиц одного притирающегося металла в другой), когда в действие вступают молекулярные силы. С повышением давления и температуры воздействие молекулярных сил увеличивается настолько, что некоторые из контактных точек свариваются между собой [2] (происходит схватывание трущихся поверхностей и перенос материала), т. е. начинается молекулярно-механическое изнашивание. Исключение или снижение физических явлений в процессах притирки может быть достигнуто при наличии гарантированного слоя смазки (прослойки пасты) между притирающимися поверхностями.

Следует отметить, что притирка конических поверхностей производится периодическим нагружением и, поэтому величина и закон изменения давления являются основными факторами, определяющими возникновение физических явлений.

Во всех известных станках и устройствах для притирки конических поверхностей периодический отрыв и прижим поверхностей осуществляется кулачковым механизмом, т. е. притирка производится мгновенным нагружением (периодическим соударением притираемых поверхностей с коэффициентом динамичности $K_d \geq 2$). При этом возможны разрыв слоя смазки и нарушение контакта притираемых поверхностей (возникают заедания или задиры).

Цель статьи – представить и описать метод взаимной притирки конических сопряженных поверхностей с плавным нагружением удельного давления p_{y0} на рабочие поверхности, что обеспечивает высокое качество сопряжения.

Изложение основного материала

В связи с этим в Крымском инженерно-педагогическом университете разработан новый способ притирки конических поверхностей – притирка плавным нагружением удельного давления p_{y0} на поверхности. В результате того, что нагрузка на притираемой поверхности находится в квадратичной зависимости от скорости вращательного движения, а скорость в зависимости от времени изменяется по синусоидальному закону, в момент прижима притираемых поверхностей нагрузка практически равна нулю. Благодаря плавному изменению давления на притираемую поверхность, динамические нагрузки ничтожно малы и K_d можно принять равным единице.

При сравнительных испытаниях описанных методов притирки установлено, что при притирке термоулучшенных стальных деталей пробковых крапов плавным нагружением полностью исключаются заедания и задиры притираемых поверхностей, в то время как при притирке с мгновенным нагружением вероятность безотказной работы составляет $p^* \sim 0,6$.

Для конструктивного расчета притирочных станков и технологической оснастки следует определить момент трения-притирания при выбранном условии притирки:

$$M_{m.n.} = \frac{1}{4} \cdot f_{m.n.} \cdot (D + d) \cdot \frac{P}{\sin \beta}, \quad (1)$$

где $f_{m.n.}$ — коэффициент трения-притирания; D — наибольший диаметр сопряжения; d — наименьший диаметр сопряжения; β — угол наклона конуса сопряжения; P — осевое усилие.

С изменением условия притирки коэффициент трения-притирания $f_{m.n.}$ изменяется и, следовательно, необходимо определить его значения в зависимости от основных технологических факторов. Экспериментальное исследование проводили на специальной опытной установке, которое представлено на рисунке, обеспечивающей притирку плавным нагружением. Объектом ис-

следования были стальные корпус и пробка с твердостью соответственно HB 212—244 и HRC 32—36. Параметры сопряжения: $D = 60$ мм, $d = 46$ мм, $\beta = 4^\circ 4'$. Притирочная паста состояла из абразивного порошка ЭБ и веретенного масла с олеиновой кислотой (в соотношении 25:1).

С целью реализации поставленных задач разработана новая прогрессивная конструкция притирочного устройства, показанная на рисунке, обеспечивающая для притирки конических поверхностей, плавный отрыв и прижим деталей.

Притирочное устройство работает следующим образом. Перед началом работы вал-шпиндель 5 одновременно с притирочной головкой поднимается вверх и притирающаяся деталь соединяется с наконечником головки, затем вал-шпиндель спускается вниз до прилегания притирающихся поверхностей с заданным удельным давлением $P_{уд}$, которое контролируется по шкале головки, указанной на корпусе последней, и в таком положении, с помощью втулки соединенной с верхним концом шпинделя по резьбе, фиксируется нижнее крайнее положение вал-шпинделя 5. После этого вала 1 сообщается вращательное движение.

С помощью двойного эксцентрика 2, жестко посаженного на ведущий вал 1 и взаимодействующего с верхним и нижним упорным подшипниками осуществляется последовательное включение ведомых шкивов 4 с ведущим шкивом 6 обеспечивающее возвратно-вращательное движение с опережением в одну сторону.

Момент $M_{m.n}$ и нагрузку на притираемых поверхностях фиксировали с помощью тарированной пружины притирочной головки и по шкале нанесенной на регулировочной втулке.

Для нахождения зависимости $f_{m.n}$ от основных технологических факторов (зернистости d_3 абразивного порошка; концентрации K абразивного порошка в пасте; средней скорости V притирания; давления $p_{y\partial}$ на притираемой поверхности) был использован план экспериментов в виде комбинационных квадратов [4]. Число вариантов каждого фактора и их конкретные значения, матрицы планирования и усредненные результаты экспериментов при различных комбинациях факторов приведены соответственно в табл. 1 и 2. Для получения надежных средних значений эксперименты при каждом факторном пространстве повторяли 5 раз.

После математической обработки этих данных по методике работы [4] получена зависимость:

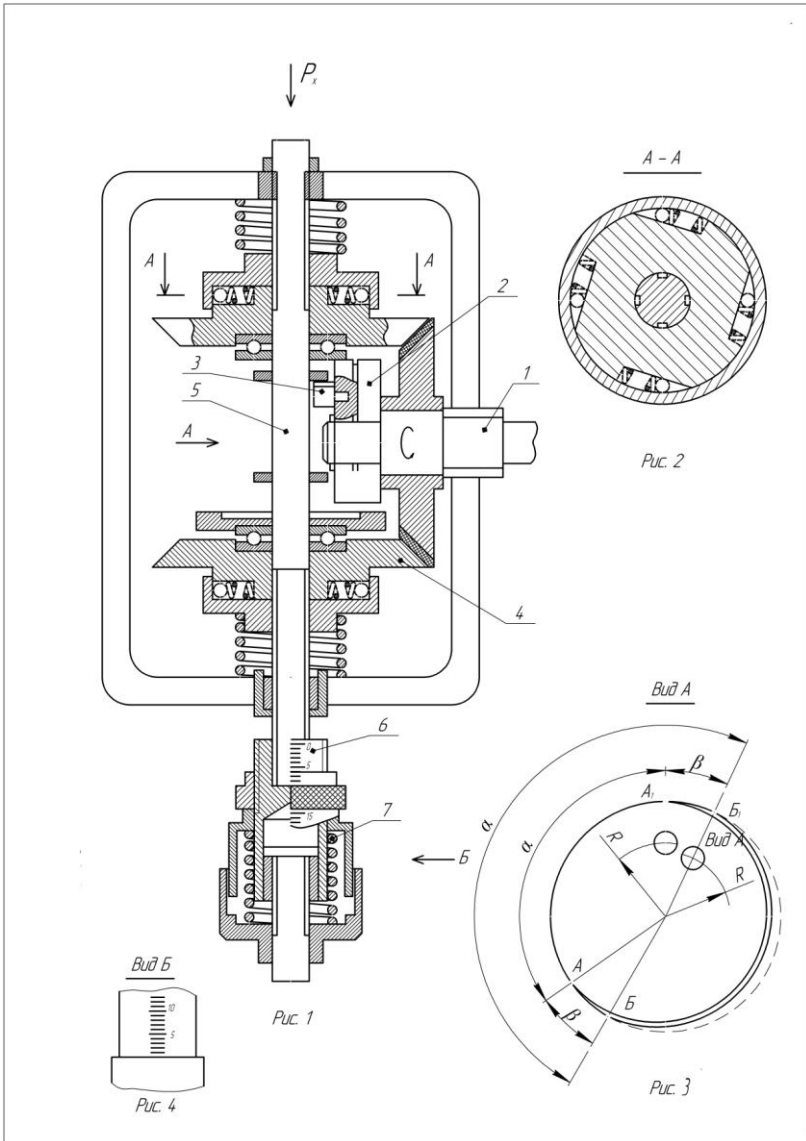
$$f_{m.n} = 0,12 \cdot \frac{p_{y\partial}^{0,2} \cdot V^{0,8} \cdot d_3^{0,45}}{k^{0,6}} \quad (1)$$

Таблица 1 – Основные технологические параметры варьируемые при различных технологических факторах

Варианты технологических факторов	d_3 , мкм	k , %	V , м/мин	p_{y0} , кгс/см ²
1	10 (M10)	40	5	0,3
2	20 (M20)	50	10	0,6
3	28 (M28)	60	15	0,9
4	40 (M40)	70	20	1,2
5	50 (№ 4)	80	25	1,5

Таблица 2 – Показатели коэффициента трения – притирания $f_{m.n.}$ зависящие от технологических факторов притирки

d_3 , мкм	k , %	V , м/мин	p_{y0} , кгс/см ²	$f_{m.n.}$	d_3 , мкм	k , %	V , м/мин	p_{y0} , кгс/см ²	$f_{m.n.}$
10 (M10)	50	5	0,3	0,09	40 (M40)	40	5	0,6	0,23
	60	10	1,5	0,20		80	10	0,9	0,30
	70	15	0,6	0,20		50	15	1,2	0,51
	40	20	0,9	0,39		60	20	0,3	0,45
	80	25	1,2	0,34		70	25	1,5	0,66
20 (M20)	60	5	1,2	0,14	50 (M50)	80	5	1,5	0,19
	70	10	0,3	0,17		50	10	0,6	0,37
	40	15	1,5	0,45		60	15	0,9	0,50
	80	20	0,6	0,36		70	20	1,2	0,61
	50	25	0,9	0,56		40	25	0,3	0,79
28 (M28)	70	5	0,9	0,15					
	40	10	1,2	0,39					
	80	15	0,3	0,28					
	50	20	1,5	0,63					
	60	25	0,6	0,46					



Экспериментальная установка для притирки конических поверхностей
 1 – приводной ведущий вал-шестерня; 2 – кулачки реверса шпинделя; 3 – кулачки плавного подъема и прижима шпинделя; 4 – ведомые шкивы; 5 – шпиндель; 6 – притирочная головка; 7 – тарированная пружина для нагрузки на притираемых поверхностях

Анализ полученного уравнения показывает, что при изменении условия притирки коэффициент трения-притирания меняется в сравнительно больших пределах. Наибольшее влияние оказывает скорость притирания, что объясняется известным положением теории резания [5]. С повышением давления на притираемых поверхностях коэффициент трения-притирания изменяется незначительно, а с повышением зернистости возрастает. Последнее объясняется тем, что увеличение величины зерен абразива приводит к увеличению нагрузки на каждое зерно, в результате чего оно глубже внедряется в обрабатываемый материал и срезает более толстую стружку.

Заметное влияние на коэффициент трения-притирания оказывает также концентрация абразива в пасте: при повышении объемного содержания абразивов в пасте коэффициент трения-притирания уменьшается.

Причина заключается в следующем: при малой концентрации абразива слой смазки разрывается и вследствие непосредственного контактирования притираемых поверхностей начинают действовать молекулярные силы (вероятность заедания притирающихся поверхностей возрастает). При увеличении концентрации абразивного порошка в пасте непосредственного контактирования притираемых поверхностей не происходит, а также ухудшаются условия контакта абразивных зерен с притирающимися поверхностями (зерна перекатываются в слое пасты).

Выводы.

Представленный метод взаимной притирки конических герметично сопряженных поверхностей является новым, так как он обеспечивает принципиально иной метод нагружения удельного давления p_{y0} на рабочие поверхности, что позволяет получить высокое качество сопряжения, а также увеличить экономическую эффективность процесса притирки.

Список использованных источников: 1. Орлов П. Н. Алмазно-абразивная доводка деталей / Орлов П. Н. - М.: НИИмаш, 1972. – С. 200-201. 2. Крагельский И. В. Трение и износ / Крагельский И. В. – М.: Машиностроение, 1968. – С. 383 -385. 3. Протодьяконов М. М., Методика рационального планирования экспериментов / Протодьяконов М. М., Тедер Р. И. – М.: Наука, 1970. – С. 76. 4. Панкин А. В. Обработка металлов резанием / Панкин А. В. – - М.: Машиностроение, 1961. – С. 520. 5. Иззетов Н.А. Пристрій для притирання деталей / Иззетов Н.А., Падерин В. Н., и др. – Декларационный патент №72848, Бюл. №4. 2005 р.

Поступила в редколлегию 15.06.12