

ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ УЗЛОВ АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

© 2004 г. В. Я. Пономарев*, С. Г. Сердюк*, И. Н. Меркурьев**

* НИИ комплексных испытаний оптико-электронных приборов и систем, г. Сосновый Бор, Ленинградская область

** НИИ "Мортеплотехника", г. Ломоносов, Санкт-Петербург

Рассмотрены варианты применения оптических технологий при обработке шаровых шарниров аксиально-поршневых двигателей, а также даны примеры использования этих технологий при изготовлении высоконагруженных деталей и узлов пускорегулирующей аппаратуры.

Коды OCIS: 120.0120.

Поступила в редакцию 09.06.2004.

При изготовлении отдельных узлов аксиально-поршневых двигателей и пускорегулирующей аппаратуры возникла проблема разработки технологии изготовления высоконагруженных деталей [1]. На основании изучения опыта изготовления аналогичных деталей было принято решение пойти по пути освоения имеющегося опыта и дальнейшего совершенствования существующей технологии в оптическом приборостроении.

Одним из самых сложных узлов аксиально-поршневой машины является шаровой шарнир. Он состоит из двух основных деталей – пяты (рис. 1а) и под-

пятника (рис. 1б). Пята изготавливается из стали марки 38Х2МЮА (ГОСТ 4543-71). В процессе изготовления пяты ее поверхность азотируется до твердости $HV = 900$ при глубине азотирования 0,4–0,6 мм. Подпятник изготавливается из бронзы Бр. ОФ 6,5–0,15 (ГОСТ 5017-74).

Ранее эти детали изготавливались по следующей технологии (рис. 2). Наружную сферическую поверхность пяты получали на фрезерном станке методом "скрещивающихся осей", когда ось шпинделя универсальной делительной головки, в которой закреплена заготовка, и ось фрезы образуют угол $\alpha \neq 90^\circ$

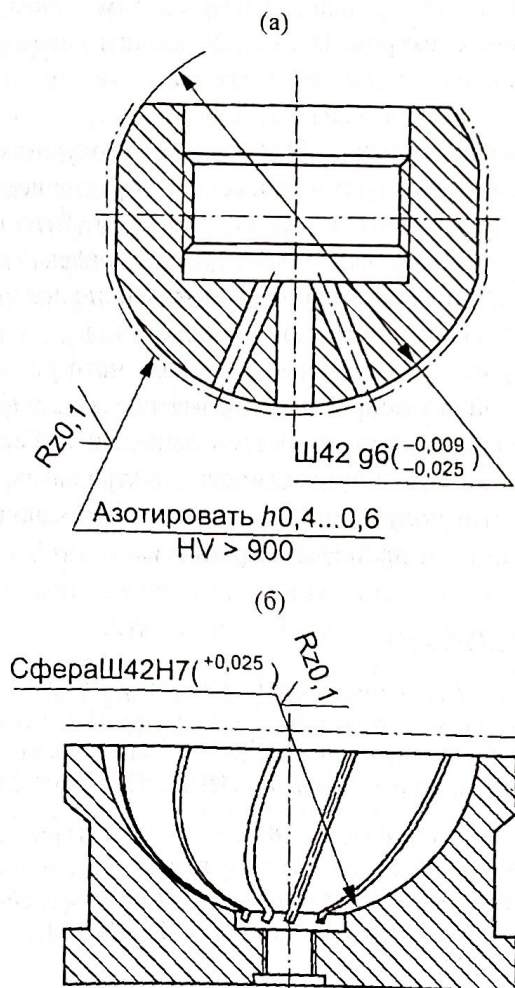


Рис. 1. Пята (а) и подпятник (б) шарового шарнира.

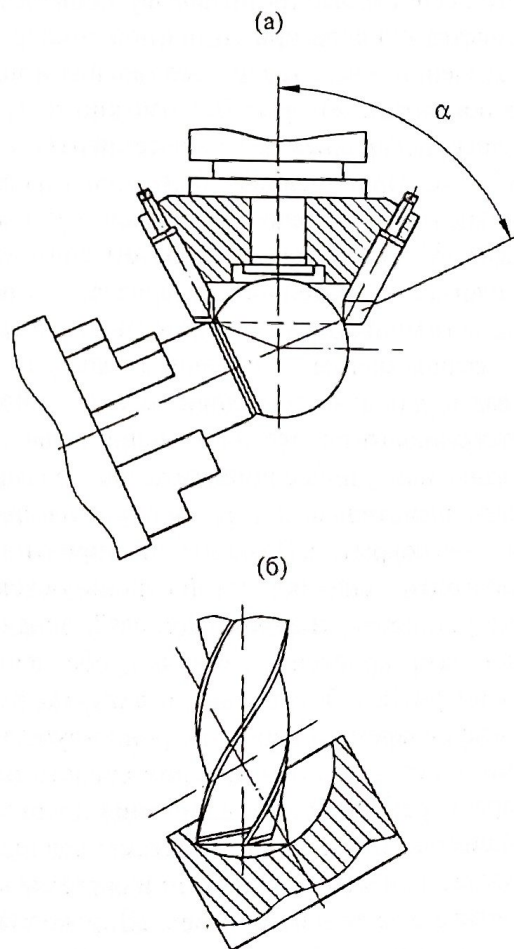


Рис. 2. Схема фрезерования наружных и внутренних сферических поверхностей пят (а) и подпятников (б).

[2]. Шероховатость рабочей поверхности была не хуже $R_a 2,5$. Окончательную обработку сферической поверхности проводили притиркой рабочей поверхности, достигая шероховатости $R_a 0,32$. Неполные сферические поверхности подпятников предварительно обрабатывались на фрезерном станке. Для окончательной доводки рабочей поверхности подпятников аксиально-поршневой двигатель приспособлялся для технологической обкатки шаровых опор. С этой целью готовые пяты и подпятники после фрезерной обработки устанавливались в рабочее положение. Двигатель в течение некоторого времени работал под нагрузкой до 70 % от номинальной мощности, проводя окончательную доводку сферической поверхности подпятника. Отработанный шлам выводился из рабочей зоны через продольные канавки.

Основным недостатком такой технологии является невозможность контроля формы и размеров сферической поверхности подпятника, а также недостаточно высокая ($R_a 0,32$) шероховатость рабочей поверхности как пяты, так и подпятника.

В процессе разработки технологии изготовления этих деталей была поставлена задача построить весь технологический цикл так, чтобы устранить указанные недостатки. Для этого при доводке детали было предложено использовать технологию обработки оптических поверхностей [3, 4].

Для того чтобы применить оптическую технологию к изготовлению пяты, необходимо было повысить точность формы сферы $\varnothing 42$ мм, получаемой на фрезерном станке. Подготовку сферической поверхности к оптической обработке проводили в два этапа:

первый – обработка на токарном станке с числовым программным управлением модели 16Б1Т1С1 (на нем достигается отступление от сферы до 0,4 мм и шероховатость рабочей поверхности не хуже $R_z 20$), второй – обработка на фрезерном станке.

Методом обкатки формировалась неполная сферическая поверхность с припуском 0,05–0,07 мм под дальнейшую обработку, шероховатостью $R_a 2,5$ и отклонением от формы сферы, достаточным для перехода к оптической технологии.

При традиционной технологии далее следуют химико-термическая обработка пят и финишная доводка. По новой технологии перед этой операцией было введено шлифование электрокорундом белым М40. Таким образом, на азотирование поступает пята с отклонением от формы сферической поверхности, уже соизмеримым с оптическими точностями. Сам процесс азотирования, как показали измерения, серьезных отклонений в форму заданной поверхности не вносит, а лишь немного изменяет размер сферы. Поэтому после операции азотирования

снова ведется обработка электрокорундом белым М40, а затем последовательно (по переходам) корундами М28, М14 и М10. Шероховатость поверхности становится не хуже $R_a 0,16$, а припуск для дальнейшей обработки составляет не менее 5 мкм. Окончательная доводка рабочей поверхности обеспечивается полированием окисью хрома или алмазным микропорошком АСМ 3/2 или АСМ 1/0 на суконном полировальнике с контролем пробным стеклом, причем пробное стекло в данном случае используется в качестве калибра. Оптическая обработка деталей производится на станках СД-120 и Д-150 с получением шероховатости поверхности не хуже $R_z 0,1$.

Для обеспечения возможности контроля формы и размера сферической поверхности подпятника, а также получения достаточно высокой шероховатости рабочей поверхности была предложена технология, которая также предусматривает финишную доводку неполной сферической поверхности с помощью оптических технологий. Необходимую и достаточную предварительную точность сферы достигли ее обработкой на фрезерном станке МАНО 800 методом обкатывания (рис. 3).

При оптической доводке рабочих поверхностей подпятников производится полирование алмазным микропорошком АСМ 3/2 на суконном полировальнике. Контроль формы и диаметра рабочей поверх-

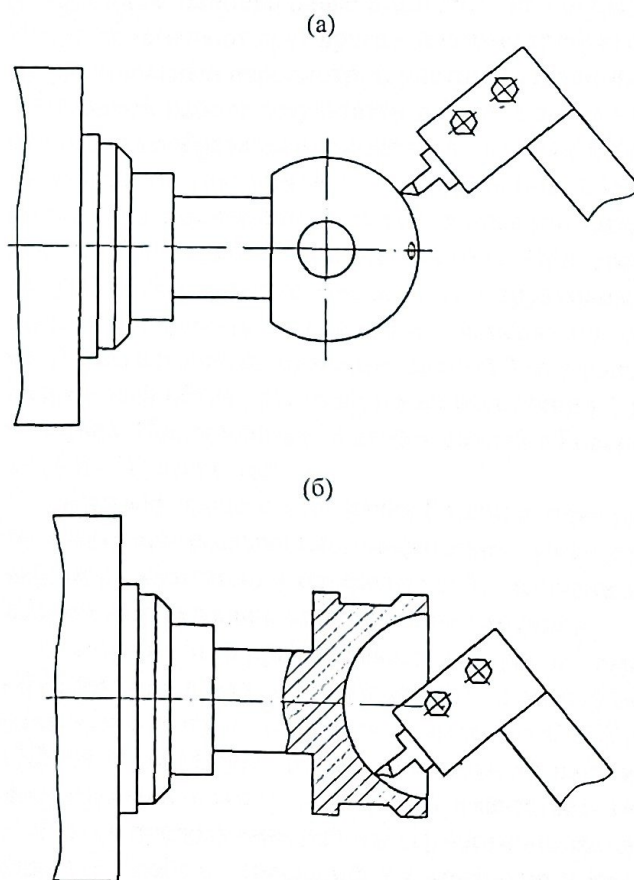


Рис. 3. Схема обработки пят (а) и подпятников (б) методом обкатывания на станке МАНО 800.

ности проводится с помощью пары пробных стекол, радиус одного из них соответствует нижнему допуску сферы, а второго – верхнему. Применение технологии обработки оптических поверхностей при доводке деталей (пят и подпятников) аксиально-поршневых двигателей позволило значительно повысить класс шероховатости рабочих поверхностей и, самое главное, вести доводку формы и размеров сферической поверхности с объективным контролем. Это привело к увеличению ресурса работы аксиально-поршневого двигателя на 15–20 % и уменьшению времени и затрат на финишные операции при изготовлении шаровых шарниров.

Оптическая технология обработки поверхностей применяется также при изготовлении деталей и узлов пускорегулирующей аппаратуры. Материалы, которые используются для их изготовления – сталь 14X17H2 (с цементацией), молибден, нигран, бронза с гальваническим покрытием хрома твердого.

Приведенный в настоящей работе пример использования технологических приемов, традиционных для оптического производства, при изготовлении деталей аксиально-поршневого двигателя показывает возможность получения нового качества в изделиях машиностроения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яманин А.И., Жаров А.В. Динамика поршневых двигателей. М.: Машиностроение, 2003. 463 с.
2. Блюмберг В.А., Зазерский Е.И. Справочник фрезеровщика. Л.: Машиностроение, 1984. 287 с.
3. Абразивная и алмазная обработка материалов / Справочник. Под ред. Резникова А.Н. М.: Машиностроение, 1977. 390 с.
4. Масловский В.В. Справочник по доводочным работам. Харьков: Прапор, 1985. 120 с.