

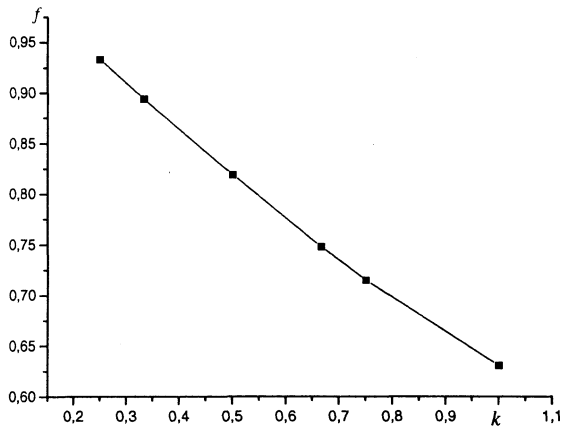


Рис. 6. Зависимость минимально возможного коэффициента трения от геометрического параметра k

подниматься по поверхности барабана за счет силы трения при $k > 0,5$. Стальные или чугунные шары при коэффициенте трения 0,15...0,3 не могут подняться даже при $k = 1$ ($f = 0,631$). Выход может быть найден при использовании специальной ступенчатой или волнистой футеровки внутренней поверхности барабанов.

Таким образом, удалось получить аналитические зависимости для расчета минимальной и максимальной скоростей вращения планетарной мельницы. Проведена оценка границ использования этих зависимостей и показана возможность их практического применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аввакумов Е. Г. Механические методы активации химических процессов. – Новосибирск: Наука, 1986. – 304 с.
2. Дуда В. Цемент / Пер. с нем. – М.: Стройиздат, 1981. – 464 с.
3. Андреев С. Е., Перов В. А., Зверевич В. В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. – М.: Недра, 1980. – 415 с.
4. Доброборский Г. А., Лянсберг Л. М., Рабин А. Н. Определение границ основных режимов загрузки в планетарно-центробежных мельницах с вертикальными осями // Изв. вузов. Горный журнал. – 1992. – № 12. – С. 78–81.
5. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики. – М.: Высш. шк., 1998. – 416 с.

УДК 621.9

ПРИМЕНЕНИЕ АЛМАЗНЫХ РАЗВЕРТОК ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРЕЦИЗИОННЫХ ОТВЕРСТИЙ

Инженеры ЛЯХ Д. И., МАКСИМЧЕНКО Н. Н.,
канд. техн. наук ЛЕВАНЦЕВИЧ М. А.

ОАО «Мотовело»,
Институт механики и надежности машин НАН Беларуси

При обработке отверстия цилиндра двигателя внутреннего сгорания одним из главных требований является обеспечение высокой точности размеров и формы обработанных поверхностей. Например, для двигателей мотоциклов, выпускаемых на предприятии ОАО «Мотовело», допускаемое отклонение диаметра отверстия составляет не более 2...4 мкм, а погрешности формы (некруглость, нецилиндричность) не должны превышать 1 мкм. Требуемые параметры обеспечивают путем последовательного выполнения операций зенкерования, полустого растачивания, тонкого растачивания,

хонингования. Один из недостатков данного техпроцесса – то, что при использовании традиционных методов финишной обработки предельно достижимые параметры точности формы отверстия составляют 4...7 мкм, а это требует дополнительной ручной притирки свободным абразивом.

Из-за конструктивных особенностей цилиндра двигателя мотоцикла использовать в полной мере возможности финишных операций, таких, например, как тонкое растачивание и хонингование, не представляется возможным. Известно, что при тонком растачивании пре-

дельно достижимая точность геометрической формы обработанных поверхностей составляет 4...5 мкм, шероховатость поверхности R_a – 2,5...0,32 мкм. Однако получить такую точность при обработке отверстия цилиндра тонким растачиванием нельзя из-за наличия в цилиндре впускного, выпускного и продувочных окон.

При хонинговании достигаемая точность геометрической формы составляет 1...5 мкм, при этом исключается опасность образования трещин и прижогов в поверхностном слое. Это объясняется тем, что температура в зоне резания при хонинговании значительно ниже, чем при тонком растачивании, благодаря невысокой скорости резания и малому давлению хонинговальных брусков на обрабатываемую поверхность. Но этот вид обработки значительно увеличивает штучное время $T_{шт}$.

В последние годы для прецизионной обработки отверстий используют алмазные развертки. Ими обеспечиваются высокая геометрическая точность формы и размеров обработанных поверхностей, низкая шероховатость и значительное сокращение времени обработки (до 2 мин). Для прецизионной обработки отверстий применяют, как правило, алмазные развертки двух типов. Первый тип – развертки с равномерно закрепленными на наружной поверхности втулки алмазными брусками (рис. 1а). Второй – развертки с гальванически осажденным на наружной поверхности втулки алмазным слоем (рис. 1б). При этом по образующей втулки, равномерно по окружности, выполнены сквозные продольные пазы.

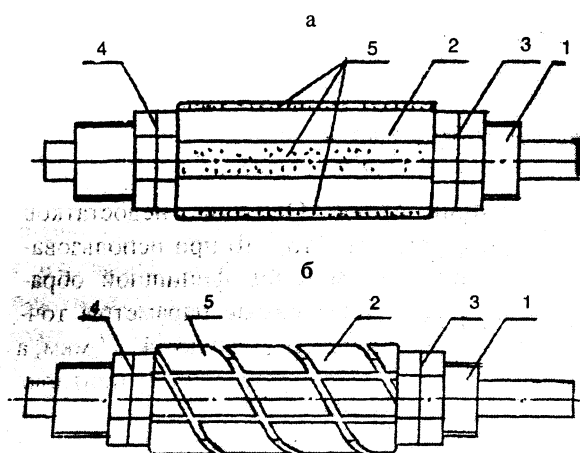


Рис. 1

Основными элементами разверток обоих типов являются: коническая оправка 1, на которую затянута разжимная втулка 2, имеющая

вдоль поверхности сквозной паз и внутреннее коническое отверстие. С обоих концов втулки расположены передняя 3 и задняя 4 регулировочные гайки, посредством которых регулируется наружный диаметр втулки на требуемый размер. На наружной поверхности втулки закрепляют алмазные бруски 5 либо гальванически осаждают алмазный слой.

Разверткам второго типа отдают предпочтение. Это объясняется тем, что рабочий алмазный слой, помимо высокой прочности связи зерен с никелевой связкой, обладает свойством большей регулярности координатного расположения межзеренных впадин для размещения стружки. Это в совокупности с выглаживанием выступов режущими зернами определяет возможность работы инструмента без засаливания рабочего слоя. Благодаря высокой жесткости алмазной развертки инструмент предрасположен к исправлению осевых и радиальных погрешностей формы обрабатываемых отверстий. Величина припуска, снимаемого за один проход инструмента, как и шероховатость обработанной поверхности, зависит от зернистости алмазного порошка, использованного при нанесении покрытия. Обычно для такого способа получения покрытия высота микронеровностей обработанной поверхности составляет 110...140 % от величины алмазных зерен при работе новым инструментом и снижается до 50...100 % по мере приработки инструмента [1, 2].

По сравнению с полустистовым тонким растачиванием и хонингованием, при использовании которых $T_{шт}$ всего техпроцесса обработки отверстия составляет 3,4 мин., при развертывании алмазной разверткой $T_{шт}$ составляет 2,01 мин, некруглость – до 1 мкм, нецилиндричность – 1...2 мкм, поле рассеивания размеров диаметра отверстий в обработанной партии деталей не превышает 3 мкм. Шероховатость поверхности может достигать $R_a = 0,08$ мкм. Кроме того, с помощью алмазных разверток можно успешно производить обработку специальных марок чугунов, получающих все более широкое распространение для изготовления цилиндров двигателей внутреннего сгорания [1, 2].

На ОАО «Мотовело» были проведены экспериментальные исследования с целью изучения эффективности применения алмазных разверток и технологии алмазного развертывания для обработки отверстия цилиндра двигателей мотоцикла.

Таблица 1

Вид финишной обработки	Технологические параметры обработки отверстий					
	точность обработки отверстия	геометрическая точность формы отверстия	шероховатость	время на обработку	припуск на обработку	последовательность снятия припуска
Алмазное развертывание	1...6 мкм	2...8 мкм	0,08 мкм	0,3...0,8 мин	5...40 мкм	Единовременно за 1 проход инструмента
Внутреннее шлифование	3...6 мкм	3...8 мкм	1,25...0,08 мкм	До 5 мин	20...100 мкм	Постепенно, из-за подачи шлифовального круга
Тонкое растачивание	4...5 мкм	4...5 мкм	2,5...0,32 мкм	До 2,5 мин	40...100 мкм	Единовременно за 1 рабочий ход борштанги
Хонингование	1...16 мкм	1...16 мкм	0,05 мкм	До 3 мин	20...70 мкм	Постепенно, из-за разжима брусков

Обработку отверстия цилиндра осуществляли на модернизированном вертикально-сверлильном станке модели 2Н135 путем осевого перемещения развертки относительно вращающейся детали. Твердость материала обрабатываемой детали, по химическому составу и механическим свойствам близкого серому чугуна марки СЧ 20, составляла 200...240 НВ.

Использовали алмазную развертку второго типа, установка диаметрального размера которой осуществляется с помощью регулировочной гайки путем осевого перемещения втулки с алмазным слоем по конусу оправки, а передняя часть имеет коническую форму. Благодаря такому конструктивному исполнению значительно повысились точность установки диаметра инструмента при его подготовке к работе, точность ввода инструмента в отверстие детали и значительно облегчился съем основной части припуска. При этом цилиндрическая часть развертки также производит съем припуска.

Для определения оптимальных режимов обработки отверстия цилиндра алмазной разверткой варьировали величину продольной подачи инструмента и частоту вращения детали. В качестве материала для смазывания и охлаждения зоны резания применяли смесь керосина и масла индустриального И20.

Критерием оптимизации режимов обработки служили минимальные значения параметров геометрической погрешности размеров и формы обработанных отверстий, а также наличие на зеркале цилиндра маслосъемной сетки определенной конфигурации. При этом осуществлялась проверка обработанной поверхности на наличие «прижогов» и шаржированных алмазных зерен в поверхностном слое детали.

В результате исследований были определены наиболее рациональные значения частоты вращения детали и продольной подачи инструмента при алмазном развертывании отверстия цилиндра двигателя мотоцикла. При обработке контрольной партии цилиндров алмазной разверткой некруглость и нецилиндричность отверстия на длине 118 мм не превышала допустимых значений и составила 0,004 мм. «Прижогов» и шаржированных алмазных зерен в поверхностном слое детали не обнаружено.

В табл. 1 представлены результаты, полученные при обработке отверстий контрольной партии цилиндров алмазной разверткой. Для сравнения в этой же таблице приведены значения достигнутой точности, полученные другими методами финишной обработки [2].

Как видно, применение алмазных разверток для обработки отверстия цилиндра весьма эффективно.

ВЫВОД

Благодаря достигнутой высокой точности обработки отверстий цилиндров алмазной разверткой стало возможным производить сборку двигателей мотоциклов без разбивки цилиндров на селективные подгруппы в пределах одной группы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зленко Н. И., Пини Б. Е. Прогрессивные процессы финишной обработки деталей сельскохозяйственных машин и тракторов: Учеб. пособие. – Люберцы, 1991. – 56 с.
2. Применение технологии алмазного развертывания при обработке автомобильных деталей / Е. П. Секретова, А. П. Графчев, В. И. Пискулов и др. // Техника машиностроения. – 1999. – № 1. – С. 18–21.