

ОБОСНОВАНИЕ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ
ШЛИФОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ С ВЫСОКОПРОЧНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

В настоящее время для повышения долговечности и надежности деталей машин как при их изготовлении, так и при ремонте, широкое распространение получили высокопрочные покрытия. Однако, высокая твердость в сочетании со значительной пластичностью покрытий предопределяет плохую их обрабатываемость и практически неприемлемость для их обработки традиционных методов абразивного шлифования. В особой мере это относится к шлифованию порошковых покрытий твердостью HRC 60...62, получивших применение при восстановлении и упрочнении деталей двигателя внутреннего сгорания, в частности, фаски клапана. Установлено, что основным фактором, определяющим чрезмерно низкую эффективность обработки, является неравномерное расположение нанесенного покрытия на поверхность детали (наличие чередующихся выступов и впадин). Это приводит, с одной стороны, к увеличению давлений в местах контакта круга с деталью, и к интенсивному износу круга, с другой стороны – к снижению контактной жесткости пары «круг – деталь», и, соответственно, уменьшению производительности обработки. Следовательно, повысить производительность обработки можно на основе управления деформациями в технологической системе. С этой целью, исходя из расчетной схемы, приведенной на рис. 1, составлено дифференциальное уравнение баланса перемещений в технологической системе:

$$\frac{d\mathcal{G}}{d\tau} + M \cdot \mathcal{G} = N \cdot \tau, \quad (1)$$

$$\text{где } M = \frac{V_{кр} \cdot c \cdot K_{ш}}{\pi \cdot D_{дет} \cdot l_{дет} \cdot \sigma}; \quad N = \frac{V_{дет} \cdot t \cdot V_{кр} \cdot c \cdot K_{ш}}{\pi \cdot D_{дет} \cdot \sigma};$$

\mathcal{G} – объем сошлифованного материала, м³; τ – текущее время, с; $K_{ш}$ – коэффициент резания при шлифовании, МПа; $V_{кр}$, $V_{дет}$ – соответственно скорости круга и детали, м/с; $D_{дет}$, $l_{дет}$ – соответственно диаметр и длина детали, м; t – глубина шлифования, м; c – приведенная жесткость технологической системы, Н/м; σ – условное напряжение резания, Н/м².

Решая уравнение (1), определена производительность обработки от текущего числа вращения детали n (соответствующего времени шлифования):

$$Q_{тек} = Q_0 \cdot \left[1 - \exp\left(-\frac{V_{кр} \cdot c \cdot K_{ш} \cdot n}{l_{дет} \cdot V_{дет} \cdot \sigma}\right) \right], \quad (2)$$

где $Q_0 = V_{дет} \cdot t \cdot l_{дет}$ – номинальная производительность обработки, м³/с.

На основании полученного решения сделан вывод о целесообразности повышения $Q_{тек}$ путем применения автоматизированного цикла круглого врез-

ного глубинного (однопроходного) шлифования ($n=1$) с относительно небольшой скоростью детали, равной $V_{\text{дем}} = Q_0 / l_{\text{дем}} \cdot t$. Такой цикл шлифования по производительности обработки превосходит существующие циклы многопроходного шлифования, для которых, согласно зависимости (2), с увеличением параметра n глубина шлифования t снижается и приводит к уменьшению номинальной и текущей производительности обработки.

Из зависимости (2) следует, что добиться повышения $Q_{\text{тек}}$ можно также поддержанием в процессе шлифования оптимального соотношения $K_{\text{ш}} / \sigma$, обусловленного прежде всего оптимальным соотношением a_z / ρ (где a_z – толщина среза, м; ρ – радиус округления режущей кромки, м). Это достигается, во-первых, выбором условий обработки, обеспечивающих шлифование с предельной толщиной среза, во-вторых, применением оптимальной схемы электроэрозионной правки алмазного круга, позволяющего постоянно поддерживать минимально возможную величину ρ .

Характерной особенностью предложенного цикла шлифования, исходя из зависимости (3), является то, что с увеличением производительности обработки (при фиксированном значении максимальной толщины среза $a_{z\text{max}}$), параметр шероховатости R_{max} – уменьшается:

$$Q_0 = \frac{k \cdot V_{\text{кр}} \cdot l_{\text{дем}}}{7 \cdot 10^3 \cdot A^3 \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{D_{\text{дем}}} + \frac{1}{D_{\text{кр}}}\right)}} \cdot \frac{a_{z\text{max}}^6}{\sqrt{R_a^5}}, \quad (3)$$

где k , A – концентрация (%) и зернистость круга; $D_{\text{кр}}$ – диаметр круга, м.

Максимально возможная производительность глубинного шлифования при таких условиях определяется величиной снимаемого припуска (равной глубине шлифования), которая связана с параметром R_{max} следующей зависимостью:

$$t = \frac{0,06 \cdot a_{z\text{max}}^6}{R_{\text{max}}^5}. \quad (4)$$

Чем больше величина t , тем больше Q_0 . Приведенные расчетные зависимости подтверждены экспериментально. На практике реализованы условия глубинного алмазного шлифования покрытий HRC 60...62, обеспечивающие производительность обработки $1000 \text{ мм}^3/(\text{мин} \cdot \text{мм})$ и выше при экономически приемлемом расходе алмаза и высоком качестве обработки. Результаты исследований внедрены при обработке ряда деталей с высокопрочными покрытиями, твердосплавных инструментов и других труднообрабатываемых материалов.

Работы по внедрению включают: переоборудование механической и электрической частей шлифовального станка (любой модели) на основании заключения хоздоговора.

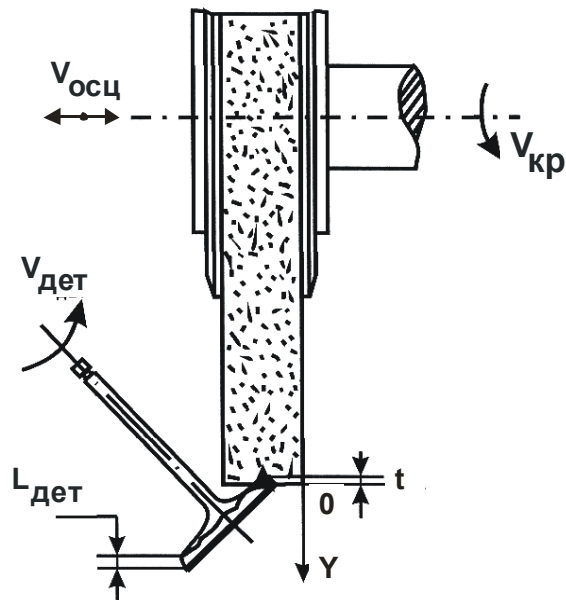


Рис. 1. Расчетная схема круглого врезного шлифования фаски клапана
1 – круг; 2 – клапан.

Адрес для запроса информации и справок:

310145, г. Харьков, ул. Новгородская, 4, Хозрасчетное НПО «Прогресс»,
тел. 32-82-40, 32-44-66, Новиков Григорий Васильевич, к.т.н. Новиков Федор
Васильевич.