

Малыгин В.В., к.т.н., доцент кафедры «Машиностроительных технологий и оборудования»
Харьковский национальный экономический университет
имени Симона Кузнеця, г. Харьков, Украина

Новиков Ф.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Техника и технологии»
Харьковский национальный экономический университет
имени Симона Кузнеця, г. Харьков, Украина

Новиков С.Г., к.т.н., доцент кафедры «Техносферной безопасности и экологии»
Курский институт социального образования (филиал) РГСУ, г. Курск, РФ

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ С ИЗНОСОСТОЙКИМИ НАПЛАВОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Обоснованы возможности повышения точности и производительности обработки деталей с упрочненными рабочими поверхностями

The opportunities to improve the accuracy and productivity of machining treatment of parts with hardened work surfaces given is in this article.

Ключевые слова: обработка деталей, износостойкость, наплавочный материал.

Key words: machining treatment of parts, wear resistance, filler.

Повышение точности и производительности механической обработки деталей, изготовленных из труднообрабатываемых материалов, является одной из сложных задач технологии машиностроения. К таким деталям следует отнести детали с упрочненными (износостойкими наплавочными материалами твердостью до HRC 63) рабочими поверхностями. Как показывает практика, механическая обработка таких деталей протекает с высокой силовой напряженностью, что резко снижает точность и производительность обработки. Примером тому является обработка методом шлифования наружных и внутренних конических поверхностей больших и малых конусов и чаш засыпных аппаратов доменных печей, характеризующейся чрезвычайно высокой трудоемкостью и низкой точностью обработки. Необходимо отметить, что вопросам обработки деталей, восстановленных износостойкими наплавочными материалами, в научно-технической литературе постоянно уделяется большое внимание в связи с их широким применением. Установлено, что одним из основных методов их обработки является алмазное шлифование [1]. Однако его эффективно применять при обработке наплавочных материалов твердостью HRC<60. При большей твердости наплавочного материала алмазный круг на металлической связке интенсивно засаливается (даже при его непрерывной электроэрозионной правке) и процесс шлифования протекает нестабильно. Важным резервом повышения эффективности обработки данных наплавочных материалов следует рассматривать резание лезвийными инструментами из синтетических

сверхтвердых материалов, а также из твердых сплавов с износостойкими покрытиями. В связи с этим необходимо теоретически обосновать условия эффективного применения абразивной и лезвийной обработки наплавленных материалов высокой твердости. Поскольку при обработке таких деталей точность обработки определяется в основном упругими перемещениями, возникающими в технологической системе, то в работе поставлена задача выбора оптимальных параметров обработки на основе теоретического описания и анализа условий уменьшения упругих перемещений, возникающих в технологической системе.

Теоретически установлено, что наиболее производительным циклом круглого шлифования, обеспечивающим заданную точность обработки, является цикл, включающий этап ускоренного создания в технологической системе начального натяга $y_{уст}$, а затем шлифование по схеме выкашивания (рис. 1,а). Основное время обработки определяется в этом случае по зависимости [2]:

$$\tau_{min} = \frac{\pi \cdot D_{дет} \cdot l \cdot \sigma}{c \cdot K_{ш} \cdot V_{кр}} \cdot \ln \left(\frac{y_{уст}}{y_0} \right), \quad (1)$$

где $D_{дет}$, l – диаметр и длина обрабатываемой детали, м; $y_{уст} = \frac{\sigma \cdot Q_{ном}}{K_{ш} \cdot c \cdot V_{кр}}$

– установившееся значение величины упругого перемещения, возникающего в технологической системе, м; σ – условное напряжение резания, Н/м²; $K_{ш} = P_z / P_y$ – коэффициент шлифования; P_z , P_y – тангенциальная и радиальная составляющие силы резания, Н; c – приведенная жесткость технологической системы, Н/м; $Q_{ном} = S \cdot V_{дет} \cdot t$ – номинальная производительность обработки, м³/с; S – продольная подача, м/об; $V_{дет}$, $V_{кр}$ – скорости вращения детали и круга, м/с; t – номинальная глубина шлифования, м; y_0 – заданная погрешность обработки (после выкашивания), определяемая величиной упругого перемещения в технологической системе, м.

В случае $\Pi \gg y_{уст}$ (где Π – величина снимаемого припуска, м) целесообразно использовать цикл шлифования, показанный на рис. 1,б. В этом случае между $y_{уст}$ и номинальной производительностью обработки $Q_{ном}$ существует пропорциональная связь по зависимости:

$$y \approx y_{уст} = \frac{\sigma \cdot Q_{ном}}{K_{ш} \cdot c \cdot V_{кр}}. \quad (2)$$

Основными условиями повышения $Q_{ном}$ с учетом ограничения по точности обработки являются (рис. 2): применение многопроходного, глубинного

шлифования и шлифования по упругой схеме, поскольку, согласно (2), величина $y_{уст}$ не зависит от схемы шлифования, а определяется номинальной производительностью обработки $Q_{ном}$.

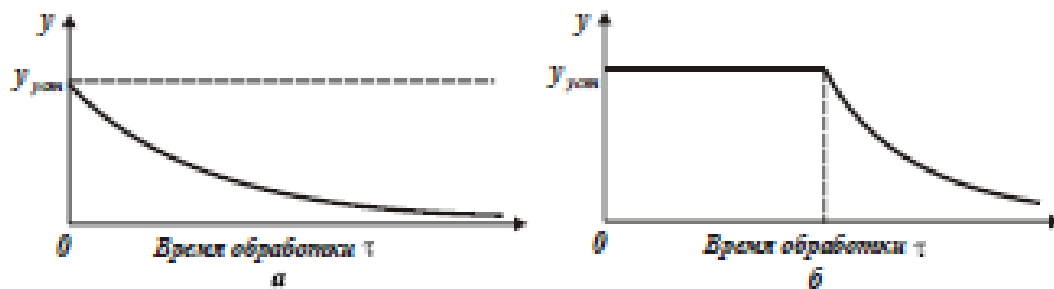


Рис. 1. Зависимость y от τ для оптимального цикла шлифования (а) и для цикла шлифования, включающего этапы чернового шлифования и выжигивания (б)

Необходимо отметить, что создание и непрерывное поддержание в технологической системе заданного натяга $y_{уст}$ является основным направлением эффективного ведения процесса круглого шлифования рабочих контактных поверхностей (упрочненных наплавленными материалами твердостью HRC 62-63) малых и больших конусов и чаш засыпных аппаратов доменных печей, поскольку данный процесс осуществляется в условиях низкой жесткости технологической системы [3]. Поэтому определение оптимального значения натяга $y_{уст}$ является важной задачей.

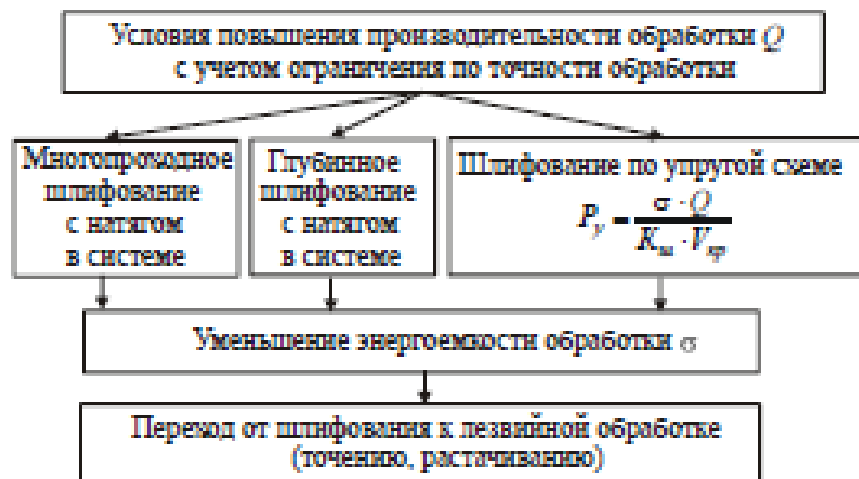


Рис. 2. Структурная схема условий повышения производительности обработки

Поддержание в процессе заданного значения $U_{усл}$ позволит обеспечить равенство фактической и номинальной глубины шлифования, т.е. максимальное использование режущих свойств шлифовального круга.

Уменьшить погрешность обработки без снижения номинальной производительности обработки $Q_{ном}$ можно уменьшением условного напряжения резания (энергоемкости обработки) σ и увеличением параметров $K_{ш}$, c и $V_{кр}$. Это достигается в первую очередь обеспечением высокой режущей способности шлифовального круга. Поскольку, как известно, при шлифовании параметр σ всегда больше, чем при резании лезвийным инструментом, то целесообразно при финишной обработке переходить от шлифования к лезвийной обработке. Это позволит повысить производительность обработки.

Таким образом, в работе с единых позиций проведен теоретический анализ условий уменьшения величины упругого перемещения, возникающего в технологической системе при механической обработке и определяющего параметры точности обработки. Теоретически обоснованы возможности достижения требуемой точности при обеспечении высокой производительности обработки при шлифовании и резании лезвийными инструментами, что открывает новые перспективы повышения эффективности механической обработки наплавленных контактных поверхностей чаш и конусов засыпных аппаратов доменных печей, а также других крупногабаритных изделий металлургического назначения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Новиков Г.В. Повышение эффективности алмазно-искрового шлифования деталей с высокопрочными покрытиями: дис... канд. техн. наук: 05.02.08 / Новиков Григорий Васильевич. – Харьков, 1989. –210 с.
2. Новіков Ф.В. Теоретичні основи механічної обробки високоточних деталей: монографія / Ф.В. Новіков, І.О. Рябенков. – Х.: Вид. ХНЕУ, 2013. – 352 с.
3. Андилухай В.А. Определение путей повышения эффективности шлифования деталей, восстановленных износостойкими материалами / В.А. Андилухай // Защита металлургических машин от поломок. – Мариуполь. – 2010. – Вып.12. – С.238-244.