

**ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ С ИЗНОСОСТОЙКИМИ
НАПЛАВОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ**

Малыхин Виталий Викторович, к.т.н., доцент кафедры МТиО

Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия

*Новиков Федор Васильевич, д.т.н, профессор,
заведующий кафедрой “Техника и технологии”*

*Харьковский национальный экономический университет
имени Семена Кузнеця*

Новиков Сергей Георгиевич, к.т.н.,

Курский институт социального образования (филиал РГСУ)

Проведен теоретический анализ условий уменьшения величины упругого перемещения, возникающего в технологической системе при механической обработке и определяющего параметры точности обработки. Теоретически обоснованы возможности повышения точности и производительности обработки при шлифовании и резании лезвийными инструментами деталей с упрочненными (износостойкими наплавочными материалами твердостью до HRC 63) рабочими поверхностями

Обеспечение высоких показателей точности и производительности механической обработки деталей, изготовленных из материалов с повышенными физико-механическими свойствами, является одной из трудноразрешимых 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 [1]. Установлено, что одним из основных методов их обработки является алмазное шлифование [2]. 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 наплавочных материалов высокой твердости.

Целью работы является научно обоснованный выбор наиболее эффективных методов механической обработки деталей с износостойкими высокотвердыми наплавочными материалами по критериям точности и производительности обработки. 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 выхаживания (рис. 1,а). Основное время обработки определяется в этом случае по зависимости [3]:

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

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 пере-

мещения, 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 выхаживания), 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:

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

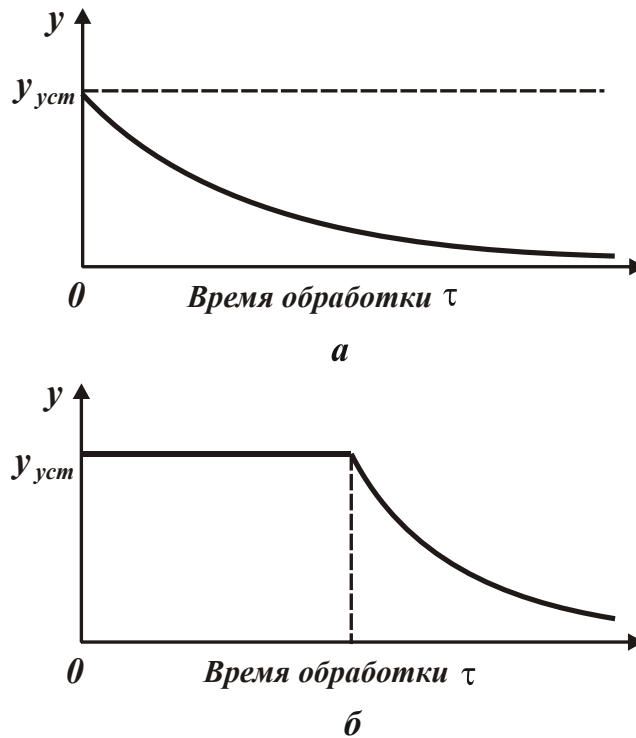


Рисунок 1 – Зависимость y от τ для оптимального цикла шлифования (а) и для цикла шлифования, включающего этапы черного шлифования и выхаживания (б)

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 $Q_{ном}$.

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 [4]. Поэтому определение оптимального значения натяга $y_{уст}$ является важной задачей. Поддержание в процессе заданного значения $y_{уст}$ 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 $K_{ш}$,

σ 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.

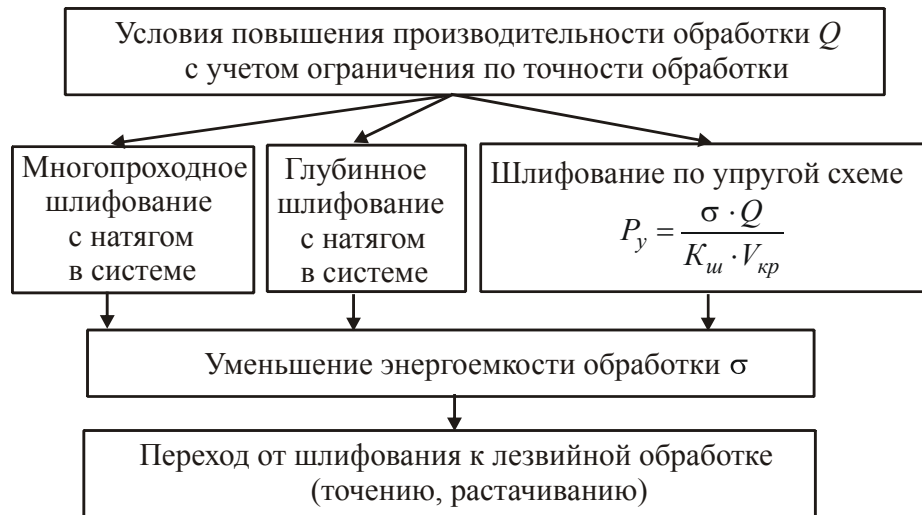


Рисунок 2 – Структурная схема условий повышения производительности обработки

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 литературы

1. Рыжов Э.В. Технологическое обеспечение качества деталей с покрытиями / Э.В. Рыжов, С.А. Клименко, О.Г. Гуцаленко. – К.: Наук. думка, 1994. – 180 с.
2. Новиков Г.В. Повышение эффективности алмазно-искрового шлифования деталей с высокопрочными покрытиями: дис. ... кандидата техн. наук: 05.02.08 / Новиков Григорий Васильевич. – Харьков, 1989. – 210 с.
3. Новіков Ф.В. Теоретичні основи механічної обробки високоточних деталей: монографія / Ф.В. Новіков, І.О. Рябенков. – Х.: Вид. ХНЕУ, 2013. – 352 с.
4. Андилахай В.А. Определение путей повышения эффективности шлифования деталей, восстановленных износостойкими материалами / В.А. Андилахай // Защита металлургических машин от поломок. – Мариуполь. – 2010. – Вып.12. – С.238-244.