

**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 наплавленных материалов высокой твердости.

Целью работы является научно обоснованный выбор наиболее эффективных методов механической обработки деталей с износостойкими высокотвердыми наплавленными 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;  $\sigma$  – условное напряжение резания, Н/м<sup>2</sup>;  $K_{ш} = P_z / P_y$  – 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, м<sup>3</sup>/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  $\Pi$  – 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:

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

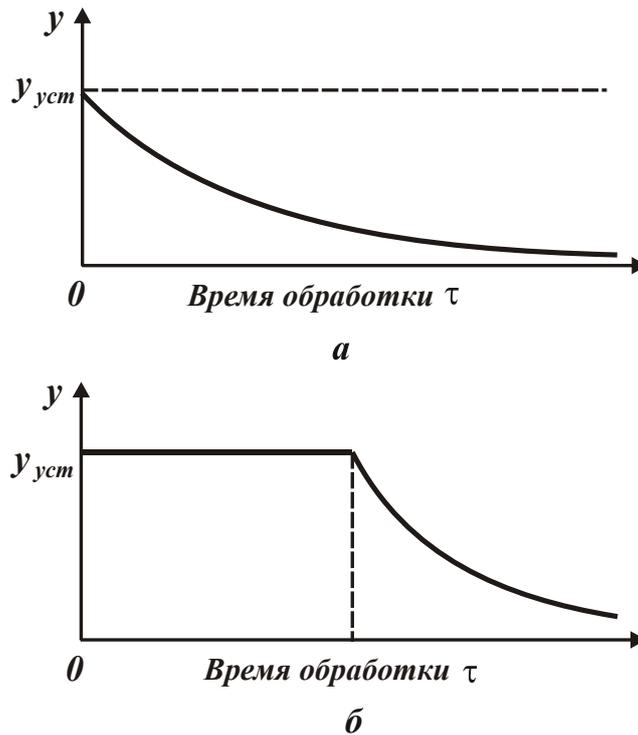


Рисунок 1 – Зависимость  $y$  от  $\tau$  для оптимального цикла шлифования (а) и для цикла шлифования, включающего этапы черного шлифования и выхаживания (б)

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)  $\sigma$  и увеличением параметров  $K_{ш}$ ,

$\sigma$  и  $V_{кр}$ . Это достигается в первую очередь обеспечением высокой режущей способности шлифовального круга. Поскольку, как известно, при шлифовании параметр  $\sigma$  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. Андiлахай В.А. Определение путей повышения эффективности шлифования деталей, восстановленных износостойкими материалами / В.А. Андiлахай // Защита металлургических машин от поломок. – Мариуполь. – 2010. – Вып.12. – С.238-244.