

Новиков Ф.В., ХНЭУ, Харьков,  
Гершиков И.В., ЗАО “Азовский машиностроительный завод”,  
Бердянск, Украина

## УСЛОВИЯ УМЕНЬШЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ЗУБОШЛИФОВАНИИ ПО МЕТОДУ ПРОФИЛЬНОГО КОПИРОВАНИЯ

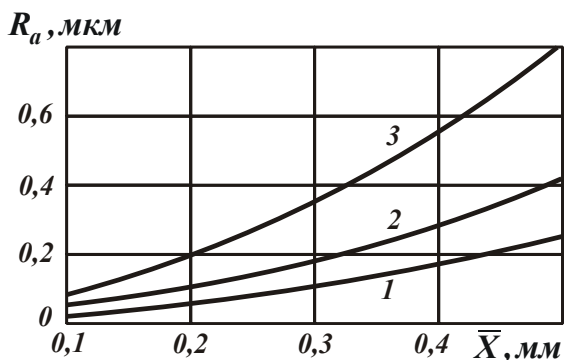
Появление в последние годы на ранке инструментов высокопористых абразивных кругов, обладающих высокой режущей способностью, открыло новые технологические возможности осуществления высокопроизводительного и высококачественного шлифования деталей из труднообрабатываемых материалов. В значительной степени это предопределяет развитие методов зубошлифования, являющихся наиболее сложными из всех известных методов шлифования. Как показывает практика, с применением высокопористых абразивных кругов с двухсторонним коническим профилем типа 2П появилась возможность эффективного осуществления зубошлифования как по методу обкатывания, так и по методу профильного копирования зубчатых колес, который всегда считался более производительным, однако менее эффективным с точки зрения обеспечения точности обработки. При зубошлифовании по методу профильного копирования съём припуска происходит фактически по схеме глубинного (однопроходного) шлифования, что снижает вспомогательное время обработки, связанное с реверсированием стола станка, по сравнению со съемом припуска по схеме многопроходного шлифования. В результате может быть увеличена производительность обработки. Так, проведенные экспериментальные исследования процесса зубошлифования зубчатых колес приводов шахтных конвейеров по методу профильного копирования на зубошлифовальном станке мод. HOFLEER RAPID 1250 с применением абразивного круга с двухсторонним коническим профилем T1ESP 400x32x127 93A46M15WPG11W показали положительные результаты – достигнуто увеличение производительности обработки до 5 раз по сравнению с зубошлифованием по методу обкатывания кругом. Однако для эффективного использования на практике данного метода необходимо знать рациональные параметры режима шлифования, характеристики абразивных кругов и другие условия обработки, гарантированно обеспечивающие выполнение высоких требований по точности, шероховатости и качеству обрабатываемых поверхностей.

Для оценки возможностей уменьшения шероховатости боковой поверхности зуба зубчатого колеса при ее шлифовании торцевой частью круга получена следующая аналитическая зависимость:

$$R_a = \sqrt{\frac{4 \cdot \pi \cdot \bar{X}^3 \cdot V_{dem}}{tg\gamma \cdot m \cdot t \cdot V_{кр}}}, \quad (1)$$

где  $\bar{X}$  – зернистость круга, м;  $m$  – объемная концентрация зерен в круге (безразмерная величина);  $2\gamma$  – угол при вершине режущего зерна;  $V_{dem}$ ,  $V_{кр}$  – скорости детали и круга, м/с;  $t$  – глубина шлифования, м.

Из зависимости (1) следует, что наибольшее влияние на параметр шероховатости поверхности  $R_a$  оказывает зернистость круга  $\bar{X}$ . Поэтому добиться снижения шероховатости поверхности можно в первую очередь за счет уменьшения зернистости круга  $\bar{X}$ . Однако, как известно, уменьшение зернистости круга  $\bar{X}$  приводит к снижению режущей способности круга. В этом плане теряется преимущество от применения высокопористых абразивных кругов, обладающих высокой режущей способностью и позволяющих существенно повысить производительность обработки. В связи с этим, важно обеспечить такие условия обработки, при которых бы одновременно достигались высокие показатели шероховатости и производительности обработки. Исходя из зависимости (1), ими являются увеличение скорости круга  $V_{кр}$  и уменьшение скорости детали  $V_{дет}$ . Поскольку увеличение скорости круга  $V_{кр}$  предполагает увеличение температуры шлифования и снижение качества обработки, то единственно возможным путем уменьшения шероховатости поверхности в этом случае может быть уменьшение скорости детали  $V_{дет}$  или (что фактически равнозначно) увеличение количества проходов круга вдоль обрабатываемого зуба колеса (по схеме выхаживания).



**Рисунок 1 – Зависимость  $R_a$  от  $\bar{X}$  :**  
**1 –  $V_{дет}=0,3$  м/мин;**  
**2 –  $V_{дет}=0,8$  м/мин; 3 –  $V_{дет}=3$  м/мин**

Поскольку увеличение скорости круга  $V_{кр}$  предполагает увеличение температуры шлифования и снижение качества обработки, то единственно возможным путем уменьшения шероховатости поверхности в этом случае может быть уменьшение скорости детали  $V_{дет}$  или (что фактически равнозначно) увеличение количества проходов круга вдоль обрабатываемого зуба колеса (по схеме выхаживания).

Произведем расчет параметра  $R_a$  для исходных данных:  $\gamma=45^\circ$ ;  $m=100$ ;  $t=10$  мм;  $V_{кр}=40$  м/с;  $V_{дет}=0,3...3$  м/мин;  $\bar{X}=0,1...0,5$  мм.

Как следует из рис. 1, с увеличением зернистости круга  $\bar{X}$  в пределах  $0,1...0,5$  мм при скорости детали  $V_{дет}=0,3$  м/мин (т.е. для условий глубинного шлифования) параметр шероховатости поверхности  $R_a$  изменяется в пределах  $0,023...0,255$  мкм, а при скорости детали  $V_{дет}=3$  м/мин – в пределах  $0,072...0,806$  мкм. Поскольку высокопроизводительное глубинное шлифование предполагает применение крупнозернистых высокопористых абразивных кругов, то обеспечение параметра шероховатости поверхности  $R_a=0,806$  мкм при зернистости круга  $\bar{X}=0,5$  мм вполне соответствует требованиям по шероховатости обработки на операции зубошлифования по методу профильного копирования. Причем, требуемая шероховатость поверхности может быть достигнута всего за один проход круга вдоль обрабатываемого зуба, осуществляя съем припуска по схеме высокопроизводительного глубинного шлифования. Дополнительные выхаживающие проходы круга в этом случае необходимы лишь с точки обеспечения требуемой точности обработки, но не шероховатости поверхности, т.к. она формируется при первом проходе круга. Таким образом установлено, что применение высокопористых кругов на операциях зубошлифования по методу профильного копирования позволяет гарантированно добиться требуемой шероховатости поверхности при одновременном увеличении производительности обработки.