



## ПРОФИЛЬНОЕ ШЛИФОВАНИЕ КРУПНОМОДУЛЬНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС КРУГАМИ ИЗ ХРОМИСТОГО КОРУНДА

Важнейшим этапом разработки новых инструментов для зубошлифования является выбор абразивных материалов и связки, а также создание необходимой структуры круга. Опыт применения хромистого электрокорунда (рубин-корунда) на машиностроительных предприятиях Украины показал высокую эффективность использования данного абразивного материала для шлифования зубчатых колес с высокой точностью

Зубошлифование является одним из основных способов финишной обработки закаленных зубчатых колес, обеспечивая 3–6 степень точности и шероховатость поверхности  $Ra$  0,20–1,2 [Бенкин В. А. Прогрессивные методы финишной обработки цилиндрических зубчатых колес. М.: НИИмаш, 1980. 40 с.]. Процесс может осуществляться методом обката с непрерывным или периодическим делением или методом копирования с периодическим делением [Сильвестров Б. Н. Зубошлифовальные работы. М.: Высшая школа, 1985. 272 с.].

**Метод копирования** основан на воспроизведении впадины зубьев шлифуемого колеса рабочей поверхностью шлифовального круга. Фасонная форма рабочих поверхностей круга формируется в процессе правки. Этот способ зубошлифования при-

меняется для обработки цилиндрических колес, изготавливаемых со степенью точностью не выше 6, шероховатостью поверхности зуба в пределах  $Ra$  0,32–1,25, диаметром до 1350 мм, модулем до 16 мм.

**Метод обката** основан на формировании поверхности обрабатываемого колеса червячной фрезой. Он характеризуется наибольшей производительностью. Формирование профиля и правку витка абразивного червяка выполняют алмазными резцами или алмазными роликами. Шлифование зубьев шестерни абразивным червяком позволяет достигать 5–6 степени точности, а шероховатость поверхности  $Ra$  — от 0,2 до 1,0.

Шлифование зубьев методом обката с периодическим делением осуществляется различными типами абразивных кругов. Од-



### Автор статьи

**Рябченко С. В.,**  
ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины,  
г. Киев, Украина

**Середа Г. В., Валуйский В. Ю.,**  
ДП «Бест-Бизнес», г. Киев, Украина

**Статкевич А. В., Луцев А. Ю.,**  
АО «НКМЗ», г. Краматорск, Украина

ним конусным кругом, одним плоским кругом или двумя тарельчатыми кругами.

Степень точность обработки зубчатых колес конусным кругом достигает 5–6, а шероховатость поверхности —  $Ra$  0,2–1,0. При шлифовании плоским кругом степень точности обработки находится в пределах 3–4, а шероховатость  $Ra$  — от 0,2 до 1,0.

# ДП «Бест-Бизнес»



отделение холдинга «Best-Business a.s.»



**Мы производим абразивные круги на керамической, бакелитовой, вулканитовой связках и абразивные материалы из электрокорундов и карбида кремния.**



## СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ!

**Абразивные круги для зубошлифования. Высокопористые круги для обработки жаропрочных материалов. Консультация специалистов.**

**Шлифовальные круги из рубин-корунда для заточки инструмента из закалённой стали.**

**Адрес офиса: г. Киев, ул. Автозаводская, 2  
Тел./факс +380 (44) 545-62-41, тел. +380 (44) 227-64-12  
<http://www.bestb.kiev.ua> e-mail: [bestb@ipnet.ua](mailto:bestb@ipnet.ua)**



Обкат двумя тарельчатыми кругами происходит согласно схеме, при которой они занимают различные положения относительно обрабатываемого колеса:

- ♦ параллельно между собой (0-градусный метод шлифования);
- ♦ под различными углами друг к другу — как правило, 15° или 20°.

При шлифовании методом обката с периодическим делением двумя тарельчатыми кругами (на станках типа Мааг) обеспечивается степень точности колес, начиная с 3. Методы непрерывного шлифования червячным кругом (на станках фирмы Reishauer) и обката с периодическим делением коническим шлифовальным кругом (на станках фирмы NILES) уступают по точности шлифования зубчатых колес двум тарельчатыми кругами.

Сравнивая различные методы, можно отметить, что шлифование зубчатых колес двумя тарельчатыми кругами является самым низкопроизводительным. Но при этом обеспечивается степень точности в пределах 3–4, которую невозможно достичь шлифованием другими способами. Исключение составляет копирование, однако обеспечение высокой точности

в этом случае сопряжено с большими затратами на подготовку инструмента к процессу шлифования.

Шлифование зубчатых колес методом копирования позволяет получить высокую точность обработки, сопоставимую с зубошлифованием двумя тарельчатыми кругами, но с более высокой производительностью. Эти преимущества делают данный метод шлифования зубчатых колес более привлекательным по сравнению с другими.

## Метод профильного шлифования

Наши исследования посвящены шлифованию зубчатых колес методом профильного шлифования. Рассматривается обработка цилиндрических колес модулем до 40 мм, с прямыми и косыми внешними зубьями со степенью точности 5–6, шероховатостью поверхности  $Ra$  в пределах 0,8–1,6, диаметром до 2000 мм.

Для качественного и производительного шлифования зубчатых колес большую роль играет грамотный выбор шлифовальных кругов и соответствующего абразивного материала и связок [Рябченко С. В., Середа Г. В. Абразивные круги для шлифования зубчатых колес. *Оборудование и инструмент для профессионалов*. 2011. № 4]. При изготовлении кругов для шлифования зубчатых

колес используются, в основном, различные разновидности электрокорундов и кубический нитрид бора. Из этих абразивных материалов изготавливаются тарельчатые круги для станков Мааг, чашечные круги для станков Gleason, конические круги для станков NILES, червячные круги для станков Reishauer и круги для профильного шлифования.

Из всего многообразия абразивных материалов, предназначенных для изготовления шлифовальных кругов, особое место принадлежит хромистому электрокорунду. Опыт его использования при шлифовании закаленных до высокой твердости (HRC 62) зубчатых колес на станках Мааг, NILES и Reishauer, послужил основой для разработки метода копирования. Например, при обработке зубчатых колес на станках Мааг кругами из хромистого электрокорунда производительность обработки повышается в 1,2 раза по сравнению с обработкой кругами из белого электрокорунда. При этом необходимая точность и качество обработки идентичны (рис. 1а). Также успешно применяются червячные абразивные круги из хромистого электрокорунда при шлифовании зубчатых колес на станках типа Reishauer (рис. 1б).



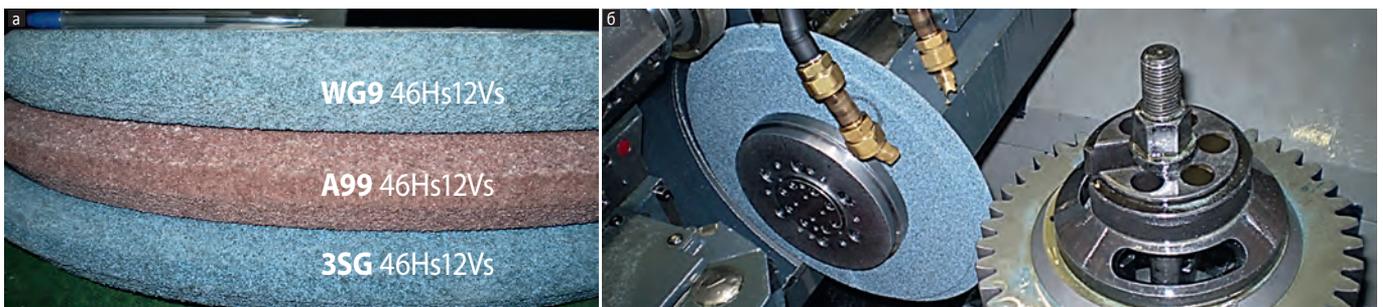
↑ Рис. 1. Шлифовальный инструмент из хромистого корунда: а) тарельчатые круги для станка Maag; б) червячный круг для станка Reishauer

Использование высокопористых абразивных кругов весьма перспективно для шлифования зубчатых колес кругами диаметром до 400 мм на станках ZSTZ, Gleason, Reishauer и Orkut. Например, высокопористые круги показали высокую эффективность шлифования и полное отсутствие брака при обработке зубчатых колес редукторов авиационных двигателей на станках Gleason-Pfauter.

Компанией «БЕСТ-БИЗНЕС» разработаны эффективные технологии изготовления высокопористого абразивного инструмента из современных монокристаллических электрокорундов, который мы использовали при исследовании процесса профильного шлифования зубчатых колес на шлифовальном станке модели HÖFLER RAPID 1250 (рис. 2).

Результаты испытаний шлифовальных кругов из монокристаллического (WG9) и золь-гелевого (3SG) корундов показали их высокую эффективность и точность обработки по сравнению с кругами из белого электрокорунда [Ларшин В. П. и др. Профильное шлифование зубчатых колес высокопористыми абразивными

↓ Рис. 2. Высокопористые шлифовальные круги из белого (A99) и монокристаллического корундов WG9 и 3SG (а); процесс шлифования шестерни на станке HÖFLER RAPID 1250 (б).



↑ Рис. 3. Абразивный круг из хромистого корунда для профильного шлифования зубчатых колес

кругами. Оборудование и инструмент для профессионалов. 2016. № 5].  
 Нами проведены испытания абразивных кругов из хромистого корунда (A98 46 L 9 V) диаметром 400 мм и 450 мм, при профильном шлифовании крупномодульных зубчатых колес ( $m = 10$  мм,  $z = 45$ ,  $D = 102$  мм, HB 262–321) на станке Kapp Niles модели ZP12 в условиях предприятия ЧАО «НКМЗ» (г. Краматорск). При этом выполнено сравнение обработки зубчатых колес и кругами из белого корунда (A99B 46 L 9) (рис. 3).

Круги из хромистого корунда показали высокую эффективность шлифования и полное отсутствие брака после обработки зубчатых колес. Результаты испытаний шлифовальных кругов из хромистого корунда на станке с ЧПУ Kapp Niles показали высокую эффективность обработки. Круги могут быть рекомендованы для профильного шлифования зубчатых колес. ☞