

УДК 621.9

## К вопросу оценки качества опорной поверхности при шлифовании сборным абразивным кругом

Албагачиев А.Ю., Яшков В.А., Силин Л.В.

Абразивная обработка является одним из самых распространенных способов механической обработки конструкционных материалов. Широкому распространению шлифования способствует разработка новых высокопроизводительных методов обработки (силовое, глубинное, высокоскоростное и т.д.). Необходимость совершенствования имеющихся и создание новых технологий обуславливается сложностью осуществления самого процесса шлифования в связи с нестационарными условиями резания. В настоящее время для решения задач оптимизации процессов шлифования, в связи с отсутствием научно обоснованных данных о связи технологических условий с результатами обработки, используются исключительно экспериментально полученные степенные зависимости выходных параметров от режимов шлифования. При этом, любое решение задачи оптимизации справедливо лишь для данных условий эксперимента и не может переноситься на другие условия. В настоящей работе рассматриваются вопросы обеспечения качества поверхности после шлифования сборным абразивным кругом. Качество оценивалось с помощью кривой Аббота.

*Ключевые слова:* шлифование, микрогеометрия, кривая Аббота, относительная опорная поверхность.

### Введение

В современном машиностроении одной из актуальных проблем является высокопроизводительная абразивная обработка отверстий деталей машин (например, гидроцилиндры, подшипники скольжения и др.), к поверхности которых предъявляются высокие требования.

Обработка отверстий традиционными абразивными инструментами сопряжена с рядом трудностей, обусловленных, прежде всего, сложностью подвода смазочно-охлаждающей технологической среды (СОТС) в зону резания через узкую щель между инструментом и заготовкой в условиях действия мощных аэродинамических потоков, создаваемых вращающимся инструментом. Это приводит к снижению производительности обработки из-за опасности образования тепловых дефектов в поверхностных слоях шлифованных деталей. Установлено, что прижоги при шлифовании снижают предел выносливости на изгиб на 25-30%, а шлифовочные трещины - до трех раз. Обезуглероживание и снижение твердости всего на 5 единиц HRC может уменьшить долговечность в 2-3 раза [3].

Основными путями повышения производительности инструмента для шлифования отверстий являются интенсификация режимов резания и увеличение площади контакта круга с заготовкой. Традиционная схема внутреннего шлифования с эксцентрично расположенным относительно заготовки сплошным абразивным кругом не позволяет обеспечить качественный рост производительности из-за ограничений, накладываемых сложностью подвода СОТС в зону обработки, малой площадью контакта круга и заготовки, трудно осуществляемой интенсификацией режимов резания без образования прижогов и ростом дисбалансов инструмента. Все это снижает точность обработанных отверстий.

Перспективным направлением решения проблемы повышения производительности инструмента для внутреннего шлифования является увеличение площади контакта круга и заготовки, создание условий надежного поступления СОТС в зону резания.

Проведенный анализ научно технической и патентной литературы позволил сделать вывод о том, что наиболее эффективным способом внутреннего шлифования является

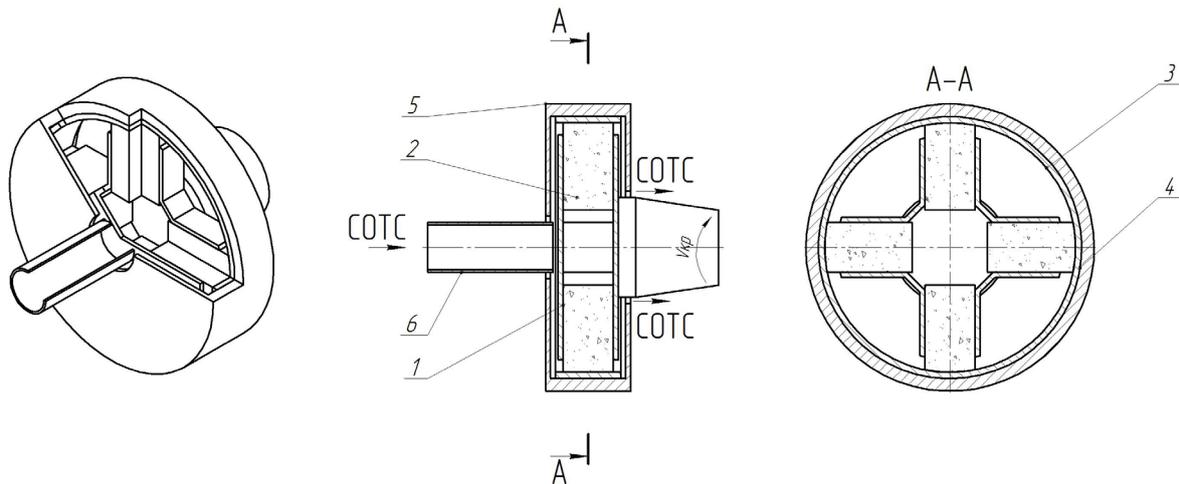


Рис. 1. Схема шлифования сборным инструментом с радиально подвижными абразивными сегментами.

способ центробежного шлифования сборным инструментом с радиально подвижными абразивными сегментами [1, 2].

При шлифовании по данному способу, сборный абразивный инструмент 1 (рис. 1) с радиально подвижными сегментами 2 размещают соосно обрабатываемой заготовке 3, организуя проточную емкость для СОТС. Жидкость подается между корпусом 4 и крышками 5 через патрубок 6 в левой крышке и сливается через большее отверстие в правой крышке 5 емкости. При вращении инструмента СОТС разгоняется и образует вращающиеся жидкостные кольца, эффективно охлаждающие и омывающие обрабатываемую заготовку [4]. При этом в известных работах [1] зафиксировано усредненное давление СОТС в зоне обработки достигающие 1,3 МПа.

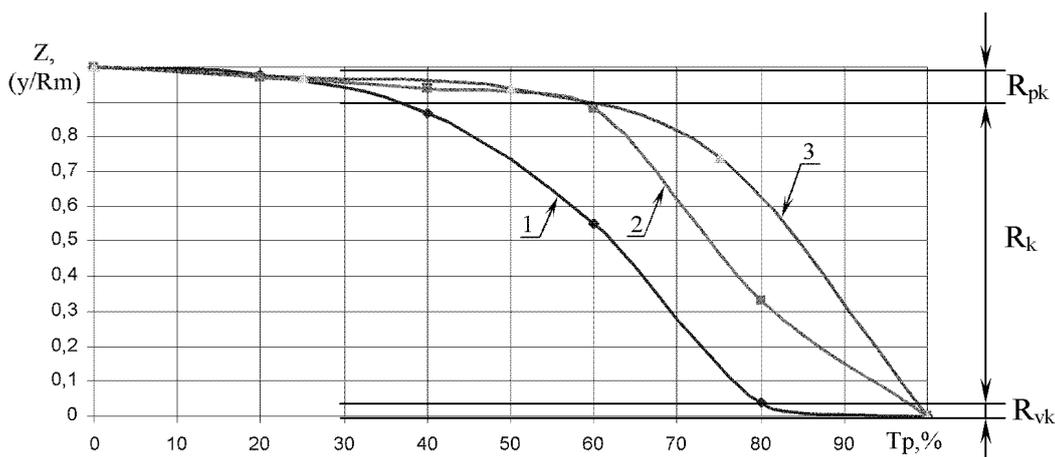
Целью работы является рассмотрение вопросов оценки качества опорной поверхности при шлифовании сборным абразивным кругом.

#### Оценка качества опорной поверхности

Для получения качественной поверхности трения необходимо, с одной стороны, сделать ее как можно более «гладкой», а с другой - максимально шероховатой, чтобы впадины заполнились возможно большим количеством масла. Этого можно достичь с помощью высокоско-

ростного шлифования сборными абразивными кругами новой конструкции. Она проводится в два этапа. В начале на максимальных скоростях вращения шпинделя инструмента создается основная шероховатость поверхности, при которой глубина впадин сравнительно велика и достигает 20-30 мкм. Затем на небольших скоростях вращения инструмента и максимальных скоростях вращения заготовки производится заглаживание выступов, вследствие чего образуется окончательная опорная поверхность. Съем металла на финишной операции составляет 3-5 мкм, а профиль поверхности получает вид близкий к профилю уже работавшей поверхности.

При чистовом шлифовании кругом, с радиально подвижными сегментами при  $\omega_k = 150$  рад/с;  $\omega_3 = 94,2$  рад/с,  $S_{пр} = 14$  мм/с;  $m = 0,07$  кг;  $\rho = 0,04$  м;  $l_{п} = 4$  мм;  $L_3 = 20$  мм;  $B = 24$  мм; расходе СОТС, равном  $3 \cdot 10^{-4}$  м<sup>3</sup>/мин, характеристике абразивного материала сегментов 25A25ПСМ27K5, с последующим выхаживанием в течение 5...7 секунд при  $\omega_k = 60$  рад/с;  $\omega_3 = 94,2$  рад/с,  $S_{пр} = 0,4$  мм/с; обеспечивает получение шероховатости  $R_a = 0,14...0,16$  мкм (при более длительном выхаживании до  $R_a = 0,05...0,07$  мкм), средней высоты волнистости по 10 точкам в поперечном сечении отверстий -  $W_z = 0,1...0,3$  мкм, погрешности формы поперечного сечения отверстий  $\Delta = 2,5...2,9$  мкм, которые недостижимы при такой же характеристике абразивного материала после



**Рис. 2.** Кривая Аббота для поверхности после шлифования сборным абразивным кругом: 1 поверхность перед шлифованием, 2 поверхность после черного шлифования, 3 поверхность после чистового шлифования  $R_m$  - наибольшая высота неровностей;  $R_{pk}$  - усредненная высота выступов, быстро изнашивающихся в начале периода эксплуатации;  $R_k$  - глубина неровностей профиля поверхности, являющаяся основой профиля поверхности, длительное время находится в работе и оказывает решающее влияние на срок службы и качественные показатели изделия;  $R_{vk}$  - усредненная глубина впадин профиля, определяющая смазывающую способность поверхности,  $y$  – высота выступа профиля.

шлифования сплошным, прерывистым цельно-прессованным либо сборным кругом с жестким креплением сегментов к корпусу инструмента.

Для измерения микропрофиля использовался измерительно-вычислительный комплекс, реализованный на базе стандартных профилографов - профилометров типа «Калибр».

Комплекс включает следующие элементы – профилограф –профилометр модели TR-200; IBM - совместимый персональный компьютер; интерфейс связи профилографа с компьютером; пакет прикладных программ. Профилограф - профилометр реализует в комплексе только функции профилографа. Интерфейс связи профилографа с компьютером обеспечивает передачу измерительных сигналов с профилографа в протокол RS-232. Пакет прикладных программ полностью обеспечивает работу оператора при измерении и анализе микрогеометрии на измерительно-вычислительном комплексе.

Измерительно-вычислительный комплекс контролирует не только параметры микрогеометрии поверхности, но и форму профиля

с использованием опорной линии или кривой Аббота которая характеризует качество получаемой поверхности. Для построения кривой Аббота используется опорная линия профиля, которая в начале устанавливается на уровне самой большой впадины профиля. Это соответствует относительной опорной длине профиля  $t_p = 100 \%$ . Перемещая опорную линию профиля относительно уровня наибольшего пика профиля и, изменяя  $t_p$  от 0 до 100%, получаем кривую Аббота. Математически кривая представляет собой кривую суммарной частоты ординат профиля.

Результаты измерения параметров шероховатости представлены на рис. 2.

### Вывод

Проведенное исследование показывает, что при оценке качества поверхности необходимо обязательно учитывать его микрорельеф, который определяет сопротивляемость при контактном нагружении.

### Литература

1. Гусев В.Г., Блурцян Д.Р., Трифонова Ю.В. Достоинства и особенности прогрессив-

ного процесса шлифования отверстий кругами с радиально-подвижными сегментами // *Материалы II МНТК. Актуальные проблемы машиностроения*. – Владимир: ВлГУ, 2002. – с. 67–70.

2. *Силин Л.В., Яшков В.А.* Технологический подход к сокращению продолжительности приработки // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*, 2011, № 4. – С. 100-103.

3. *Силин Л.В., Яшков В.А.* Технология внутреннего шлифования без тепловых эффектов // *СТИН*, 2012, № 3. – С. 22-25.

4. *Силин Л.В., Яшков В.А., Албагачиев А.Ю.* Разработка математической модели процесса теплообмена при внутреннем шлифовании сборным абразивным кругом // *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*, 2009, № 6. – С. 182-184.

## References

1. *Gusev V.G., Blurcjan D.R., Trifonova Y.V.* Advantages and features of the progressive process of grinding wheels with holes radially movable segments // *Proceedings of the Actual problems of mechanical engineering*. – Vladimir: Vladimir State University, 2002. – P. 67-70.

2. *Silin L.V., Jashkov V.A.* Technological approach to reduce the duration of the running // *Fundamental and applied problems of Engineering and Technology*, 2011, № 4. – P. 100-103.

3. *Silin L.V., Jashkov V.A.* Internal grinding technology without thermal effects // *STIN*, 2012, № 3. – P. 22-25.

4. *Silin L.V., Jashkov V.A., Albagachiev A.Y.* Development of a mathematical model of the process of heat transfer at internal grinding pre-fabricated abrasive wheel // *Engineering industry and life safety*, 2009, № 6. – P. 182-184.

**Статья поступила в редакцию 20 октября 2012 г.**

Abrasive processing is one of the most widespread modes of machining of constructional materials. The wide circulation of grind is promoted by development of new high-efficiency methods of processing (power, deep, high-speed etc.). Need of improvement available and creation of new technologies is caused by complexity of implementation of the process of grind in connection with non-stationary conditions of cutting. Now for the solution of problems of optimization of processes of grind, due to the lack scientifically reasonable data on communication of technological conditions with results of processing, the exclusively experimentally received sedate dependences of target parameters on grind modes are used. Thus, any solution of a problem of optimization is fair only for these experimental conditions and can't be transferred on other conditions. In the real work questions of ensuring quality of a surface after grind by a modular abrasive circle are considered. Quality was estimated by means of curve Abbota.

*Keywords:* grinding, mathematical modeling, the temperature.

*Албагачиев Али Юсупович* - почетный работник высшего профессионального образования РФ, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технологическая информатика и технология машиностроения» ТИ-1 ГОУ ВПО «Московский государственный университет приборостроения и информатики»

*Яшков Валентин Александрович* – старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

*Силин Леонид Владимирович* – кандидат технических наук, доцент кафедры «АПМ» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»