

## ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ С ВИБРАЦИОННОЙ ПРАВКОЙ ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

© 2010 В.И. Малышев, А.Н. Попов

Тольяттинский государственный университет

Поступила в редакцию 15.12.2010

Предложена имитационная модель процесса шлифования с учетом особенностей влияния вибрационной правки на формирование рельефа рабочей поверхности круга.

Ключевые слова: имитация, модель, шлифованная поверхность, вибрационная правка, шероховатость, деталь, рабочая поверхность круга

### ВВЕДЕНИЕ

Одним из перспективных направлений повышения качества шлифованных поверхностей является шлифование с вибрационной, ультразвуковой частоты, правкой шлифовального круга [1]. Вибрационную правку реализуют путем наложения на правящий инструмент (ПИ), дополнительных механических колебаний с определенными амплитудно-частотными характеристиками. Для оптимизации взаимосвязанных процессов вибрационной правки и шлифования недостаточно рекомендаций, полученных экспериментальным путем для ограниченного диапазона технологических условий. Решением проблемы представляется, в создании модели процесса шлифования с вибрационной правкой круга, позволяющей прогнозировать выходные показатели обработки в широком диапазоне режимов обработки характеристик инструментов и оборудования.

На современном этапе развития компьютерной техники, для возможного управления процессом шлифования, эффективно применение имитационного моделирования [2-4]. Применение имитационных моделей позволяет прогнозировать выходные параметры, на основе учета значительного числа факторов в широком диапазоне условий обработки с высокой степенью адекватности.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ С ВИБРАЦИОННОЙ ПРАВКОЙ

В основу системного подхода к разработке комплексной имитационной модели процесса

шлифования с вибрационной правкой круга, положено создание двух взаимосвязанных подмоделей (рис. 1): имитационной подмодели РПК, рельеф которой формируется в процессе вибрационной правки и имитационной подмодели взаимодействия РПК с обрабатываемой поверхностью детали.

В качестве средства построения имитационной модели процесса шлифования выбрана интерактивная среда разработки MATLAB.

Подмодель РПК представляет совокупность абразивных зерен расположенных в матрице круга на основе и стохастического распределения. Для каждого зерна определено свое положение в трехмерном пространстве матрицы, с учетом воздействия на них вибрационной правки с определенной амплитудой и частотой колебания ПИ. Учтено кинематическое и ударно-импульсное воздействие ПИ [1] при вибрационной правке на состояние РПК, выраженное в процентном соотношении объемно-разрушенных и целых зерен. При моделировании объемно-разрушенные зерна с относительно острыми кромками принимали в виде конуса, вторые в виде сферы. При этом учитывали крупность самого зерна, определяемого характеристикой шлифовального круга.

Подмодель шлифованной поверхности детали основана на принципе формирования микрорельефа посредством наложения единичных срезов, оставляемых отдельными режущими зернами круга. Формирование микрорельефа шлифованной поверхности происходит в результате удаления частиц металла каждым режущим зерном круга с учетом их формы приобретенной в результате вибрационной правки.

Задавая определенные исходные данные процесса шлифования, а именно: зернистость и структуру шлифовального круга, режим и амплитудно-частотную характеристику правки, а также режим шлифования, модель позволяет полу-

*Малышев Владимир Ильич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой "Оборудование и технологии машиностроительного производства".*

*E-mail: rsi-tgu@ttsu.ru*

*Попов Андрей Николаевич, аспирант.*

*E-mail: PAN-19111982@yandex.ru*

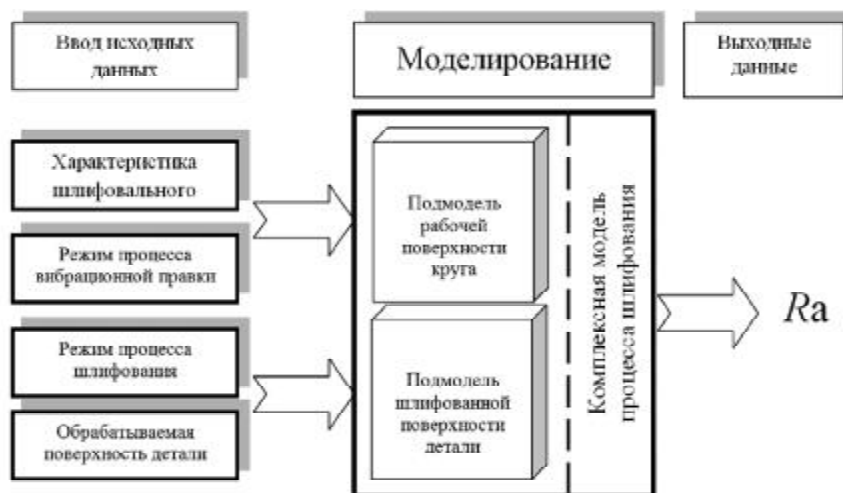


Рис. 1. Структурная схема комплексной модели процесса шлифования

читать искомые параметры шероховатости шлифованной поверхности.

На рис. 2.а. представлен участок шлифованной поверхности, а на рис. 2.б поверхность, полученная в результате имитационного моделирования. Визуальное представление обоих изображений говорит о принципиальном тождестве этих поверхностей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Основные результаты моделирования были проверены на основе материалов производственных испытаний процесса вибрационной (ультразвуковой) правки электрокорундовых шлифовальных кругов на операциях бесцентрового шлифования стержня впускного клапана двигателя внутреннего сгорания в производстве ОАО «АВТОВАЗ» [5].

На рис. 3. показано изменение параметра

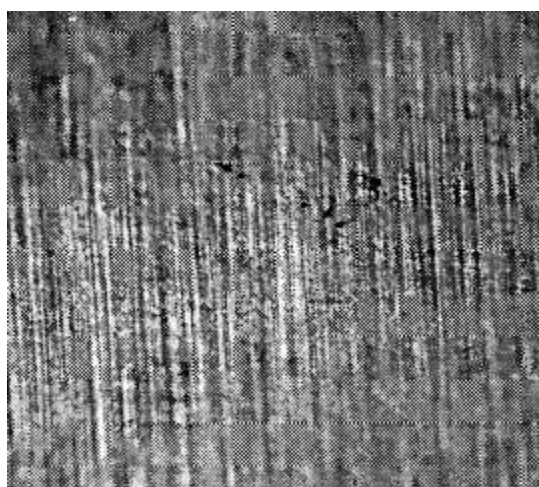
шероховатости  $Ra$ , в зависимости от амплитуды колебания ПИ (рис. 3.а.) и скорости детали (рис. 3.б.), полученное в результате имитационного моделирования.

Моделирование было выполнено для кругов зернистостью 16, 25 и 40 (ГОСТ 2424-83). На графиках отмечены также значения  $Ra$ , полученные в реальном производственном эксперименте.

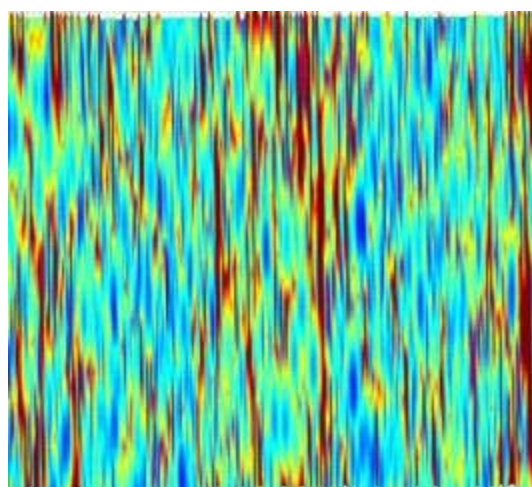
Результаты имитационного моделирования показали, принципиальную возможность прогнозирования эффективности процесса шлифования за счет ВП, характеристики шлифовального инструмента и режима обработки в широком диапазоне исследования, который невозможно реализовать с помощью натуральных экспериментов.

## ВЫВОДЫ

Разработанная имитационная модель с достаточной достоверностью воспроизводит процесс



а



б

Рис. 2. Графическое представление участка шлифованной поверхности детали: а – результат шлифования; б – результат моделирования

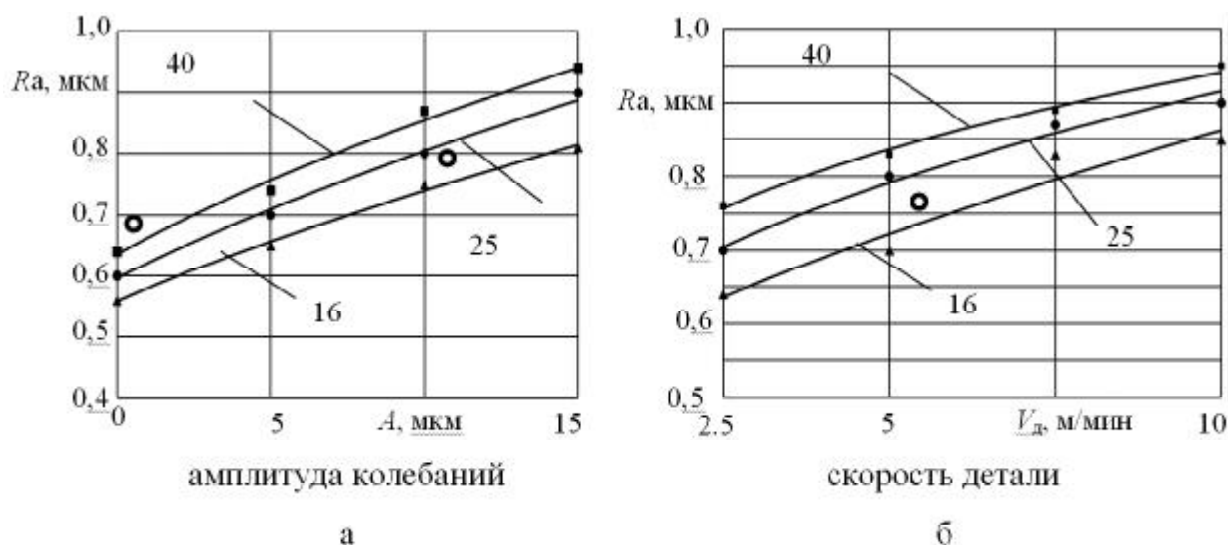


Рис. 3. Зависимости параметра шероховатости  $Ra$  от скорости колебания ПИ (а) и скорости детали:

●, ■, ▲ – моделирование; ○ – эксперимент

формирования шлифованной поверхности детали.

Оценка адекватности модели позволяет сделать вывод о возможности прогнозирования и управления параметром шероховатости в условиях автоматизированного производства. Полученные результаты дают возможность провести процедуру выбора исходных параметров для выработки оптимальных режимов шлифования и правки характеристик шлифовального и правящего инструмента.

*Работа выполнена при поддержке Федерального агентства по образованию в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры России на 2009-2013 годы» по направлению «Создание и обработка кристаллических материалов» (мероприятие 1.2.2, контракт П990 от 20.08.2009 года).*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Формирование рабочей поверхности шлифовального круга при ультразвуковой правке / В.И. Малышев, С.В. Мурашкин, Р.В. Комлев // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2010. Вып. 2. С. 40-43.
2. Галактионов Н.Б., Попов С.А. Трехмерное твердотельное визуализированное моделирование процесса плоского шлифования // Вестник Новгородского государственного университета. 2010. Вып. 55. С. 37-39.
3. Рудин В.И. Построение модели режущего рельефа однослойного шлифовального инструмента // Инструменты и технологии. 2006. Вып. 26. С. 148-150.
4. Носенко В.А. Теоретико-вероятностная модель формирования рабочей поверхности абразивного инструмента при шлифовании // Инструменты и технологии. 2005. Вып. 16. С. 148-150.
5. Влияние ультразвуковой правки круга на качество шлифованных поверхностей в условиях автоматизированного производства / В.И. Малышев, С.В. Мурашкин, А.Н. Попов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2010. Вып. 3. С. 101-105.

## SIMULATION MODEL OF GRINDING WITH VIBRATING EDIT GRINDING WHEELS

© 2010 V.I. Malishev, A.N. Popov

Togliatti State University

Proposed a simulation model of the grinding process, allowing for the effect of vibration changes in working surface relief formation range.

Key words: simulation, model, polished surface, vibration correction, surface roughness, the detail, the working surface of the circle.

*Vladimir Malishev, Candidate of the Technical Sciences, Associate Professor, the Head of the Chair "Equipment And Technology Engineering Production". E-mail: rsi-tgu@tltsu.ru  
Andrei Popov, the Post-Graduate Student.  
E-mail: PAN-19111982@yandex.ru*