

М. А. Голубчиков, Ю. П. Кузьмин

ОБРАЗОВАНИЕ РЕГУЛЯРНОГО МИКРОРЕЛЬЕФА НА СТАНКЕ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Рассматривается метод получения регулярного микрорельефа на станках с числовым программным управлением. Определяется зависимость движения инструмента относительно входных параметров поверхности. Представлено программное обеспечение, с помощью которого создаются и корректируются управляющие программы для станка с ЧПУ.

Ключевые слова: вибронакатывание, моделирование, ЧПУ.

Качество, надежность и долговечность машин, приборов и аппаратов зависят от характера контактирования сопрягаемых деталей, определяемого состоянием их поверхностного слоя. Поэтому проблема достижения оптимального качества контактирующих поверхностей является в последнее время одной из наиболее актуальных. Особо следует выделить оптимизацию микрогеометрии поверхностей.

Основной трудностью решения задачи оптимизации микрогеометрии сопрягаемых поверхностей является иррегулярный, даже хаотичный характер микрорельефа, формируемого при использовании большинства традиционных способов. К ним относятся абразивная, резцовая, электрофизическая обработки и некоторые способы обработки давлением, например прокатка и волочение, при которых на обрабатываемых поверхностях микрорельеф образуется как негативный отпечаток профиля рабочих поверхностей инструмента (соответственно прокатных валков и фильер) после шлифования или абразивной доводки.

Наиболее совершенным и универсальным методом образования регулярных микрорельефов в настоящее время является предложенный Ю. Г. Шнейдером метод вибрационного накатывания, основанный на тонкой пластической деформации поверхностных слоев [1]. Сущность метода вибронакатывания заключается в том, что на рабочих поверхностях деталей машин и приборов вместо шероховатости, образующейся в результате их традиционной обработки резанием, формируются регулярные микрорельефы (РМР) с неровностями практически одинаковыми по форме и размеру со строго заданным конструктором взаимным расположением. Это позволяет не только аналитически рассчитывать значения всех характеристик как функцию режима вибронакатывания, но и определять оптимальный вид регулярного микрорельефа, а также устанавливать значения его высотных, шаговых и „площадных“ параметров.

Регулярный микрорельеф достигается тонким пластическим деформированием поверхностных слоев обрабатываемого материала с использованием металлических шариков или алмазных наконечников с усложнением кинематики за счет осцилляционного движения деформирующего элемента.

Таким образом, использование метода вибронакатывания позволяет обеспечить требуемые эксплуатационные свойства деталей: износостойкость, устойчивость к задирам, гидроплотность, усталостную прочность, триботехнические характеристики, что, в свою очередь, позволяет повысить надежность и долговечность машин и приборов [1].

В результате обобщения исследований и опыта использования разработок в промышленности был создан новый государственный стандарт на микрогеометрию технических поверхностей с регулярным микрорельефом — ГОСТ 24773-81 [2].

Широкие возможности по обеспечению эксплуатационных свойств поверхностей деталей открываются при их обработке методом поверхностного пластического деформирования (ППД), реализуемой на станках с числовым программным управлением (ЧПУ). Исходные данные передаются от конструктора через компьютерный интерфейс и систему симулятора стойки управления на станок с ЧПУ. На основе этих данных с помощью персонального компьютера создается управляющая программа для симулятора, которая, в свою очередь, передает координаты передвижения инструмента на станок.

Синтез метода поверхностного пластического деформирования и числового программного управления позволяет реализовать обработку как плоских, так и цилиндрических, торцовых, конических и других поверхностей, образующие которых имеют аналитическое описание. При этом решается широкий спектр вопросов инженерии поверхности, включая ее предварительное моделирование и анализ [3].

Для создания управляющей программы необходимо установить зависимость движения инструмента относительно входных параметров поверхности. Запишем уравнение движения инструмента относительно первой кривой:

$$y_1 = A \sin \left(2\pi \frac{x}{S_k} \right) + S_0 n, \quad (1)$$

где A — амплитуда осциллирующего движения инструмента, S_k — круговой шаг неровностей, $S_0 n$ — осевой шаг неровностей для n -й кривой.

Соответственно для второй синусоиды уравнение движения примет вид

$$y_2 = A \sin \left(2\pi \frac{x}{S_k} + 2\pi \{i\} \right) + S_0 n, \quad (2)$$

где $\{i\}$ — дробная часть смещения второй кривой относительно первой.

Зададим входные параметры для проверки формул (1) и (2) с помощью программы Microsoft Excel: A, S_k — 5 мм; S_0 — 8 мм; $\{i\}$ — 0,5; n — 9. Варьируя значения переменной x , можно уменьшать или увеличивать количество точек для построения кривой, для заданных параметров шаг построения принят равным 0,5 мм. Графическое отображение входных данных представлено на рис. 1.

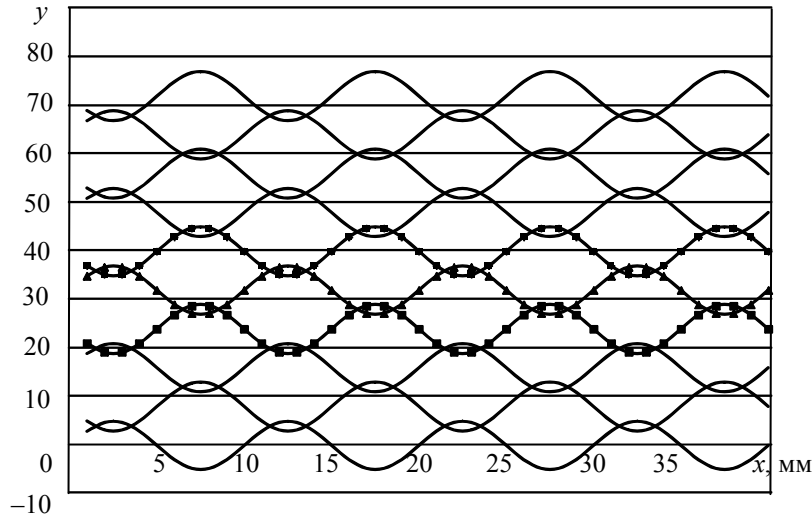


Рис. 1

На кафедре технологии приборостроения Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий механики и оптики было разработано программное обеспечение (ПО), позволяющее осуществлять компьютерное моделирование процесса обработки поверхностей с визуализацией на мониторе и последующей физической реализацией на заготовке. Данное программное обеспечение позволяет максимально быстро создать и откорректировать управляющую программу для станка с ЧПУ по входным данным ($A, S_k, S_0, \{i\}$, дискретности x), рассчитать координаты точек перемещения инструмента согласно формулам (1) и (2) и визуально оценить возможность создания исходного рельефа на поверхности заготовки.

Для реализации процесса 3D-обработки использовался симулятор WinNC SINUMERIK 840D MILL55 — это конфигурированное ПО, имитирующее ЧПУ промышленного станка (рис. 2). Объемными изображаются инструмент, заготовка и установочно-зажимные приспособления; движение инструмента осуществляется по заданной траектории в режиме реального времени.

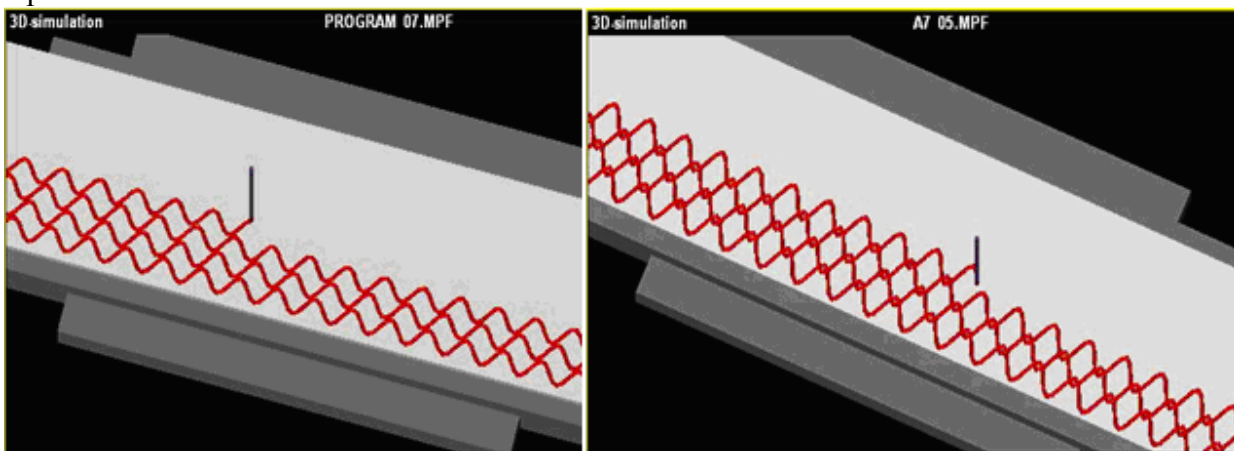


Рис. 2

Программа позволяет не только увидеть все рабочие перемещения, но и проконтролировать возможность столкновения инструмента с установочно-зажимным приспособлением и заготовкой. При опасности столкновения на экран выводится предупреждение и указание

ошибки. После проверки работы полученной управляющей программы на симуляторе можно начинать процесс обработки.

Наибольшее влияние на характер наносимого микрорельефа оказывает параметр $\{i\}$. Варьируя его значения в пределах от 0 до 1, можно формировать различные виды рельефа. Процесс образования регулярного микрорельефа с помощью виброголовки для плоских поверхностей типа направляющих скольжения показан на рис. 3. Как показывает анализ рисунка, при значении дробной части смещения одной кривой относительно другой, равном 0,4, образуются две точки пересечения в периоде. Соответственно при изменении значения $\{i\}$ на 0 или 1 точки касания синусоид не образуются.

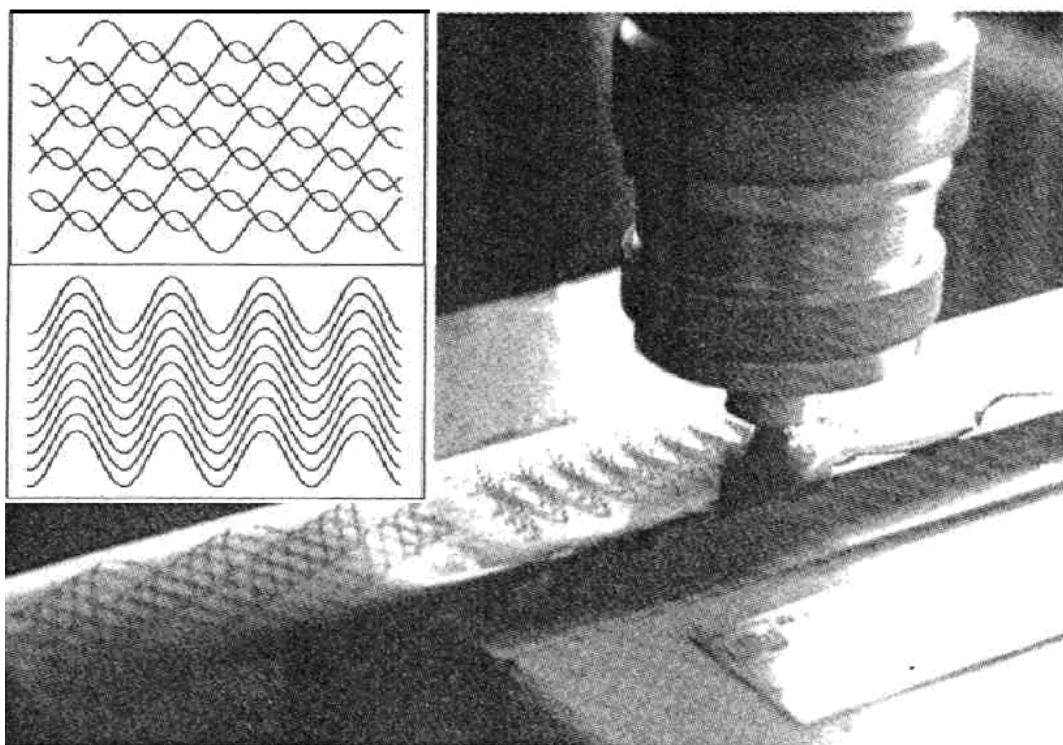


Рис. 3

Синтез технологической системы обработки поверхностей методом ППД и системы ЧПУ позволяет расширить возможности обработки в целом и осуществлять операции различного назначения при максимальной технологической гибкости. А интеграция персонального компьютера даже с простой системой числового программного управления порождает систему с совершенно иными, расширенными функциональными возможностями

Таким образом, разработанное программное обеспечение позволяет автоматизировать процесс вибронакатывания, сократить время подготовительных операций и соответственно уменьшить время обработки, удешевив при этом производство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шнейдер Ю. Г. Образование регулярных микрорельефов на деталях и их эксплуатационные свойства. Л.: Машиностроение, 1972.
2. ГОСТ 24773-81. Поверхности с регулярным микрорельефом. Классификация, параметры и характеристики. Введ. 01.07.1982. М.: Изд-во стандартов, 1982.
3. Федоров В. П., Нагоркин М. Н., Ковалева Е. В., Чмыхов Д. В. Адаптация поверхностей трибоэлементов к нестационарным условиям эксплуатации обработкой ППД программным способом // Упрочняющие технологии и покрытия. 2007. № 10.

- Максим Александрович Голубчиков** — *Сведения об авторах*
аспирант; Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра технологии приборостроения;
E-mail: toperharly99@mail.ru
- Юрий Петрович Кузьмин** — канд. техн. наук, доцент; Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра технологии приборостроения

Рекомендована кафедрой
технологии приборостроения

Поступила в редакцию
30.09.11 г.