

УДК 621.787

С.А. Павлюц

МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ РЕГУЛЯРНОГО МИКРОРЕЛЬЕФА

В статье описан механизм формирования элементов регулярного микрорельефа на цилиндрических поверхностях при обработке новым способом поверхностного пластического деформирования.

Одной из важнейших проблем в области обеспечения качества поверхности является изыскание методов обработки, обеспечивающих возможность образования на поверхности деталей регулярного, аналитически рассчитываемого микрорельефа. Это обусловлено тем, что иррегулярный характер микрорельефа поверхности, образующегося при применении большинства традиционных способов обработки, основанных на отделении от общей массы частиц обрабатываемого материала – один из факторов, усложняющих решение задачи оптимизации микрогеометрии контактирующих поверхностей. Таким образом, неоднородность микрорельефа шероховатых поверхностей определяет основное направление совершенствования финишных операций изготовления деталей машин – регуляризацию микрорельефа их поверхностей.

Среди многообразия способов финишной обработки наибольшими возможностями для образования регулярного микрорельефа на поверхности обладают способы поверхностного пластического деформирования (ППД).

Одним из наиболее распространенных и хорошо изученных способов образования регулярного микрорельефа является способ вибрационного накатывания, предложенный Ю.Г. Шнейдером. Этот способ отличается тем, что помимо движения подачи деформирующему элементу сообщается дополнительное возвратно-поступательное движение вдоль оси вращающейся заготовки [1]. Изменяя параметры, определяющие режим вибрационного накатывания, можно получить пять основных видов регулярного микрорельефа (РМР):

- I – с непересекающимися канавками;
- II – с не полностью пересекающимися канавками;
- III – с полностью пересекающимися канавками;
- IV и V – полностью покрытая канавками поверхность.

Причем I, II и III виды РМР, представляющие собой системы канавок с участками исходной поверхности, относятся к частично регулярным микрорельефам (ЧРМР), а IV (сетчатый) и V (синусоидальный) виды, представляющие собой полностью новый РМР, относятся к полностью регулярным микрорельефам (ПРМР). В свою очередь IV вид РМР подразделяется на четырехугольный и шестиугольный типы. Подобная классификация, наряду с дискретным РМР, легла в основу ГОСТ 24773-81 “Поверхности с регулярным микрорельефом”.

Однако, при ближайшем рассмотрении, элементы РМР четырехугольного типа, получаемого вибрационным накатыванием, не являются четырехугольными (рис. 1). Указанные элементы представляют собой фигуры, ограниченные тремя дугами - фрагментами наплывов по краям канавки от деформирующего элемента, и имеют форму близкую к четырехугольной. Причем четырехугольный тип РМР рассматривается как частный случай шестиугольного типа РМР [1]. Соответственно, получение на практике РМР четырехугольного типа вибрационным накатыванием является сложной задачей. Это связано с необходимостью обеспечения стабильности РМР при вибрационном накатывании: устранения проскальзываний в клиноремных передачах станка, стабили-

зации режима питания привода станка и двигателя виброголовки. Часто указывается необходимость обеспечения жесткой кинематической связи, но приспособления с жесткой кинематической связью для вибрационного накатывания громоздки и сложны по конструкции [2].

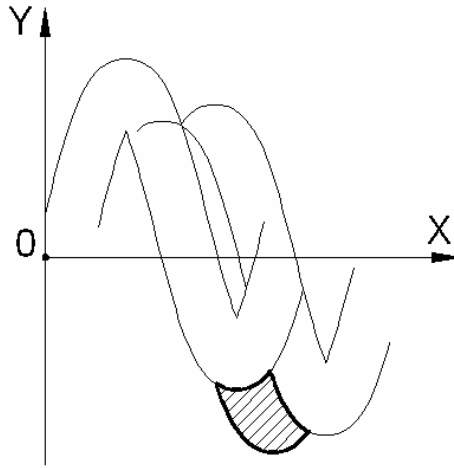


Рис. 1. Схема формирования элемента ПРМР четырехугольного типа, получаемого при вибрационном накатывании

Целью настоящего исследования является изучение механизма формирования элементов РМР, получаемого способом многоэлементного осциллирующего накатывания цилиндрических поверхностей без подачи инструмента – новым способом ППД, который предложен автором.

В отличие от вибрационного накатывания, обработка новым способом ППД ведется с большей амплитудой осцилляции без подачи осциллирующего инструмента вдоль оси заготовки [3]. Привод инструмента осуществляется от обрабатываемой заготовки, а согласованная работа кулачкового и планетарного механизмов инструмента позволяет осуществлять сплошную обработку поверхности на длине осцилляции без подачи инструмента [4]. Таким образом, в инструменте реализуется жесткая кинематическая связь деформирующих элементов с обрабатываемой поверхностью, что обеспечивает стабильность РМР и уменьшает коэффициент неоднородности микрорельефа.

По результатам графического моделирования и экспериментальных исследований известно, что наибольшей однородностью отличается РМР, полученный при использовании в инструменте закона осцилляции – винтовая линия (восходящая и нисходящая ветви). Тогда как микрорельеф, полученный с использованием законов синусоиды или циклоиды (восходящая и нисходящая ветви), можно отнести к закономерно переменным микрорельефам. Соответственно, для изучения механизма формирования элементов РМР будем рассматривать канавки от деформирующих элементов, осциллирующих по закону винтовой линии.

Установлено, что сплошная обработка поверхности, равно как и образование ПРМР, возможна при соблюдении следующего условия [5]. Наибольшее расстояние h между двумя смежными канавками на обработанной поверхности не должно превышать ширину канавки b деформирующего элемента на обрабатываемой поверхности. Таким образом, при $h = b$ и $h < b$ мы получаем сплошную обработку поверхности с образованием ПРМР, а при $h > b$ образуется система канавок с участками исходной поверхности, то есть образуется ЧРМР. Рассмотрим все три варианта образования РМР.

Процесс образования элемента РМР начинается в момент, когда радиально расположенные деформирующие элементы, совершив подъем по восходящей ветви траектории осцилляции, начинают опускаться по нисходящей ветви и пересекают свои восходящие канавки (рис. 2). Затем, соответственно, происходит пересечение деформирующими элементами, двигающимися по нисходящей ветви траектории, нисходящих канавок.

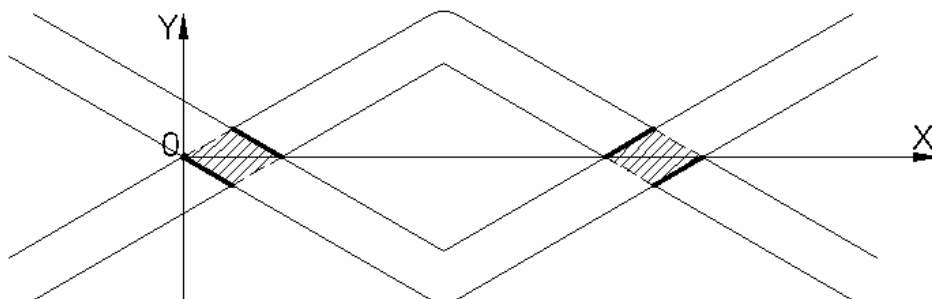


Рис. 2. Схема первого этапа формирования элементов РМР (заштрихованная область), получаемого новым способом ППД

При соблюдении условия $h = b$ на первом этапе происходит окончательное формирование двух противоположных сторон (толстые линии на рис. 2) элемента РМР (заштрихованная область на рис. 2), которые представляют собой фрагменты наплывов по краям канавки от деформирующего элемента.

На втором этапе формирования элемента РМР рядом с формируемым элементом проходят смежные восходящая и нисходящая канавки. На этом этапе происходит формирование третьей стороны элемента РМР. Причем, при соблюдении условия $h = b$, сторона элемента РМР, сформированная на первом этапе, не смещается (рис. 3).

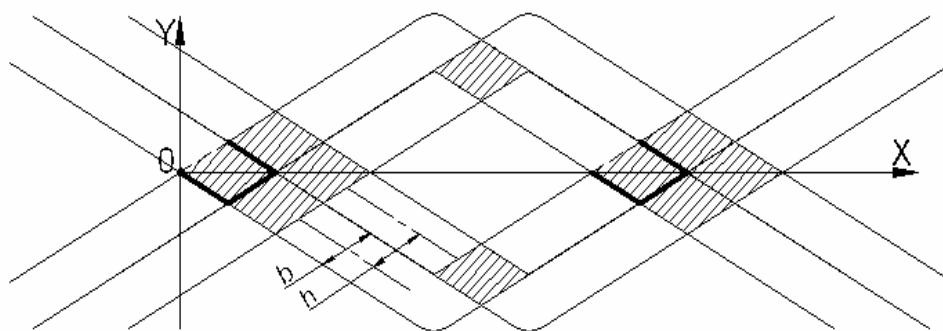


Рис. 3. Схема второго этапа формирования элементов РМР при $h = b$

На третьем этапе смежные канавки формируют четвертую сторону элемента РМР, замыкая контур четырехугольника (рис. 4). Причем, как видно на приведенных схемах (см. рис. 3 и 4), с каждым последующим этапом происходит зарождение и формирование остальных элементов РМР, число которых возрастает в геометрической прогрессии.

Формирование всех элементов РМР на цилиндрической поверхности завершается после совершения n -ого числа периодов осцилляции деформирующих элементов, определяемого передаточным отношением планетарного механизма инструмента [4]. Ес-

ли обработка будет продолжена и число периодов осцилляции превысит число n , то деформирующие элементы начнут повторять свою траекторию на обрабатываемой поверхности. Элементы РМР начнут формироваться заново, то есть, пользуясь традиционной терминологией, будет осуществляться второй проход и так далее.

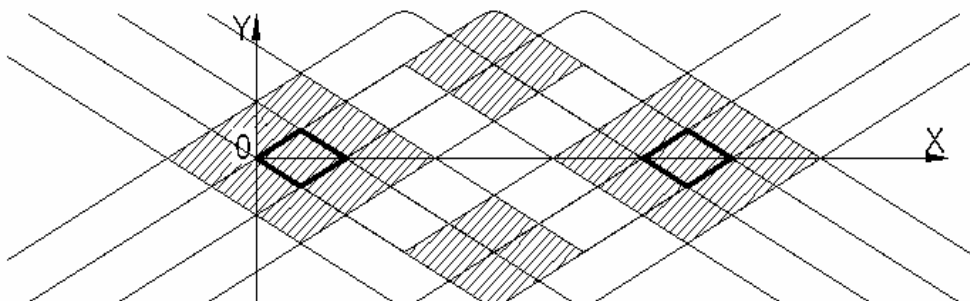


Рис. 4. Схема третьего этапа формирования элементов РМР при $h = b$

Механизм формирования элементов РМР при условии $h < b$ имеет свои особенности. В связи с тем, что ширина канавки b превышает расстояние h между смежными канавками, положение двух противоположных сторон элемента РМР, получаемых на первом этапе формирования, не является окончательным. Окончательное формирование сторон элемента РМР в этом случае происходит на втором и третьем этапах. Деформирующие элементы, проходя по траектории смежных канавок, смещают первоначально образованные наплывы, уменьшая площадь элемента РМР (рис. 5).

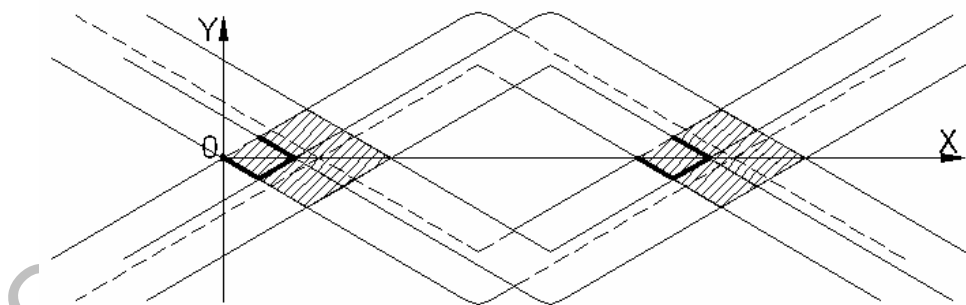
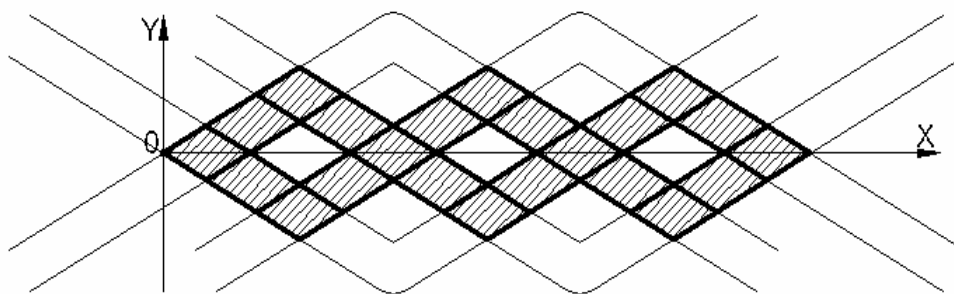


Рис. 5. Схема второго этапа формирования элементов РМР при $h < b$

Если же расстояние h между смежными канавками превышает ширину канавки b , то есть соблюдается условие $h > b$, на поверхности образуется система пересекающихся канавок с участками исходной поверхности между ними (рис. 6).

Получаемый таким образом микрорельеф можно отнести к частично регулярным микрорельефам (ЧРМР), который, тем не менее, нельзя однозначно отнести к III виду ЧРМР с полностью пересекающимися канавками по ГОСТ 24773-81. Это связано с принципиальными отличиями образования ЧРМР с полностью пересекающимися канавками с помощью вибрационного накатывания и многоэлементного осциллирующего накатывания цилиндрических поверхностей без подачи инструмента.

Рис. 6. Схема элементов частично регулярного микрорельефа при $h > b$

Таким образом, рассмотрев механизм формирования элементов регулярного микрорельефа с помощью нового способа ППД, предложенного автором, можно сделать следующие выводы. Способ многоэлементного осциллирующего накатывания цилиндрических поверхностей без подачи инструмента позволяет получить полностью регулярный микрорельеф четырехугольного типа без допущений, присущих вибрационному накатыванию. Причем, в зависимости от ширины канавки и расстояния между смежными канавками, может быть получен также частично регулярный микрорельеф. Использование осцилляции по траекториям синусоиды и циклоиды позволяет получить закономерно переменный микрорельеф. Обработка новым способом ППД производится в условиях жесткой кинематической связи обрабатываемой поверхности с деформирующими элементами, что обеспечивает стабильность получаемых микрорельефов и низкий коэффициент их неоднородности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шнейдер, Ю. Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом / Ю. Г. Шнейдер. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. - 248 с.
2. Одинцов, Л. Г. Финишная обработка деталей алмазным выглаживанием и вибровыглаживанием / Л. Г. Одинцов. - М. : Машиностроение, 1981. - 160 с.
3. Павлюц, С. А. Исследование работоспособности осциллирующего выглаживателя отверстий / С. А. Павлюц, М. Ф. Пашкевич // Машиностроение : респ. межведомств. сб. науч. тр. : в 2 т. - Мн., 2004. - Вып. 20. - Т. 2. - С. 130-133.
4. Пашкевич, М. Ф. Выбор числа периодов пазовых кулачков осциллирующего выглаживателя отверстий / М. Ф. Пашкевич, С. А. Павлюц // Теория и практика машиностроения. - 2004. - № 3. - С. 20-23.
5. Павлюц, С. А. Исследование условий сплошной обработки осциллирующим выглаживателем отверстий / С. А. Павлюц // Вестн. МГТУ. - 2004. - № 1 (6). - С. 134-139.

Белорусско-Российский университет
Материал поступил 31.10.2005

S.A. Pavluts
The mechanism of forming of elements
of regular microshape
Belarusian-Russian University

The mechanism of forming of elements of regular microshape on cylindrical surface during processing using new method of surface plastic deformation is described.