

УДК 621.787

М.Ф. Пашкевич, д.т.н., проф.

С.А. Павлюц, аспир.

Белорусско-Российский университет

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ НОВОГО СПОСОБА ОБРАЗОВАНИЯ РЕГУЛЯРНОГО МИКРОРЕЛЬЕФА

Описан предложенный авторами способ образования регулярного микрорельефа на цилиндрических поверхностях при их обработке пластическим деформированием. Обоснован выбор планетарного и кулачкового механизмов, используемых в инструментах, реализующих новый способ. Показаны особенности проектирования инструмента для осциллирующей обработки без продольной подачи.

Вступ. Перед технологией машиностроения по-прежнему стоит задача обеспечения качества рабочих поверхностей деталей. Однако возможности решения этой задачи на основе совершенствования большинства традиционных способов чистовой обработки практически исчерпаны. Поэтому новые направления технологии поверхностной обработки в основном связаны с нанесением различных покрытий и комбинированием известных способов.

Постановка проблемы. Основной проблемой при образовании на поверхностях регулярного микрорельефа является обеспечение стабильности его геометрических параметров. Следовательно, решение этой проблемы на основе совершенствования способов осциллирующей обработки поверхностей при их пластическом деформировании, а также инструментов для осуществления этих способов является актуальной задачей, имеющей научную и практическую ценность для машиностроения.

Известно, что проблема обеспечения стабильности регулярного микрорельефа применительно к способу вибрационного накатывания может быть решена при помощи жесткой кинематической связи между обрабатываемой заготовкой и инструментом. И хотя приспособления для обработки вибрационным накатыванием с жесткой кинематической связью громоздки и сложны по конструкции [1], среди существующих способов образования регулярного микрорельефа вибрационное накатывание является наиболее распространенным и хорошо изученным [2], [3]. Вследствие этого различные виды регулярного микрорельефа, получаемые вибрационным накатыванием, легли в основу ГОСТа 24773-81

«Поверхности с регулярным микрорельефом. Классификация, параметры и характеристики».

Большинство существующих инструментов, предназначенных для осциллирующей обработки цилиндрических поверхностей пластическим деформированием с образованием регулярного микрорельефа, работает по традиционной схеме – с подачей осциллирующего инструмента вдоль оси обрабатываемой заготовки. Есть также сведения о возможности образования регулярного микрорельефа на цилиндрической поверхности без подачи инструмента вдоль её оси [2], [4]. Однако эта возможность пока не была реализована. Обусловлено это тем, что при обработке существующими инструментами без подачи невозможно обработать поверхность заготовки на всем ее протяжении без наложения следов обработки друг на друга.

Известно, что в основу кинематики способа вибрационного накатывания была положена кинематическая схема суперфиниширования [2]. Соответственно, обработка вибрационным накатыванием цилиндрических поверхностей с использованием существующих инструментов и приспособлений осуществляется по традиционной схеме с подачей осциллирующего инструмента вдоль оси обрабатываемой заготовки. Однако если при обработке пластическим деформированием цилиндрических поверхностей использовать принудительную осцилляцию деформирующих элементов по определенному закону, то можно обработку вести без подачи инструмента. Аналогом такой обработки является хонингование. Вероятно, подобным образом на цилиндрической поверхности может быть получен регулярный микрорельеф при использовании деформирующих элементов.

Является очевидным, что осциллирующая обработка без подачи вдоль оси заготовки становится целесообразной при использовании амплитуды осцилляции гораздо большей, чем амплитуда осцилляции при традиционном вибрационном накатывании (3–4 мм). Следовательно, учитывая также невысокую стабильность регулярного микрорельефа, получаемого приспособлениями без кинематической связи инструмента с заготовкой, можно сделать вывод о том, что традиционные приспособления для вибрационного накатывания непригодны для обработки цилиндрических поверхностей без подачи.

Более широким диапазоном амплитуды осцилляции обладают приспособления [5], [6] с жесткой кинематической связью инструмента с обрабатываемой заготовкой. Однако при ближайшем рассмотрении становится очевидным то, что такие приспособления

могут быть использованы лишь для образования системы канавок частично регулярного микрорельефа. Это связано с тем, что пазовый кулачок приспособления неподвижен, и за один оборот заготовки деформирующие элементы совершают один период осцилляции. Следовательно, деформирующие элементы копируют свои траектории за каждый последующий оборот заготовки. Поэтому с помощью таких приспособлений при обработке без их подачи не может быть обработана вся поверхность и не может быть получен полностью регулярный микрорельеф. При этом в частично регулярном микрорельефе число ячеек будет определяться лишь числом деформирующих элементов.

Нам удалось решить эту проблему и целью настоящей статьи является описание тех конструктивных приемов, которые позволили реализовать новый способ образования регулярного микрорельефа. Этот способ позволяет обеспечить стабильность микрорельефа при обработке пластическим деформированием без подачи инструмента вдоль оси заготовки.

Основная часть. Предложенный нами способ образования регулярного микрорельефа позволяет устранить повторения и наложения траектории деформирующего элемента на обрабатываемой цилиндрической поверхности за каждый последующий оборот заготовки. Устранение повторений достигается тем, что деформирующим элементам в используемом инструменте сообщают планетарное и осциллирующее движения относительно заготовки за счет кинематической связи заготовки с сепаратором, в котором установлены деформирующие элементы, посредством планетарного и кулачкового механизмов.

Основным условием, позволяющим устранить повторение и наложение траектории деформирующего элемента за каждый последующий оборот заготовки, является уменьшение или увеличение с помощью планетарного механизма частоты вращения сепаратора с деформирующими элементами относительно пазового кулачка по сравнению с частотой вращения заготовки относительно этого кулачка.

Таким образом, в соответствии с новым способом образования регулярного микрорельефа, ведущее и заторможенное звенья кулачкового механизма должны быть связаны с ведомым и заторможенным звеньями планетарного механизма, а ведомое звено кулачкового механизма должно быть связано с деформирующими элементами инструмента и должно сообщать им возвратно-поступательное движение.

Очевидно, что в таком инструменте необходимо использовать малогабаритную планетарную передачу. В наибольшей мере этому требованию отвечают шариковые и роликовые планетарные передачи [7]. Главными достоинствами таких передач являются их компактность, простота конструкции, низкая трудоемкость изготовления, возможность обеспечения больших передаточных отношений в одной ступени, а также соосность ведущего и ведомого валов. Благодаря этим достоинствам такие передачи наиболее пригодны для встраивания в разрабатываемые инструменты.

В новом способе образования регулярного микрорельефа возвратно-поступательное движение деформирующим элементам сообщается при помощи кулачкового механизма инструмента. Из существующего многообразия кулачковых механизмов для осциллирующего инструмента в полной мере отвечают цилиндрические пазовые кулачки с геометрическим замыканием (рис. 1). При вращении цилиндрического пазового кулачка толкатель перемещается по замкнутому криволинейному пазу, выполненному на цилиндрической поверхности кулачка, и сообщает возвратно-поступательное движение ведомому звену механизма, которое, в свою очередь, сообщает возвратно-поступательное движение деформирующим элементам инструмента в соответствии с выбранным законом. При этом траектория следов деформирующих элементов на обрабатываемой цилиндрической поверхности определяется выбранным законом движения цилиндрического кулачка. Следовательно, при проектировании кулачкового механизма для данного инструмента основной его характеристикой, помимо кинематических характеристик, является траектория следов деформирующих элементов на обрабатываемой цилиндрической поверхности.

Пдв.х.

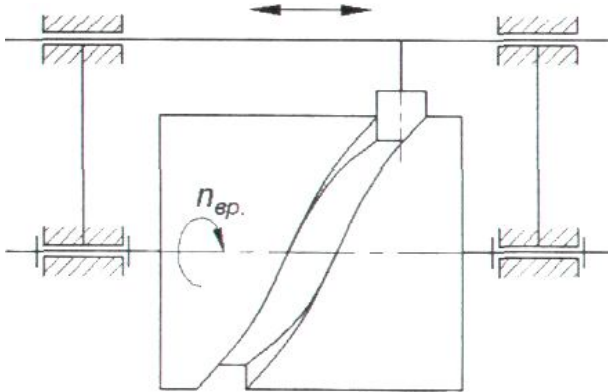


Рис. 1. Схема цилиндрического пазового кулачка с геометрическим замыканием

Особенностью рассматриваемого способа образования регулярного микрорельефа является то, что микрорельеф с постоянными геометрическими характеристиками по всей длине обрабатываемой поверхности может быть получен только при использовании в инструменте линейного закона движения деформирующих элементов (по восходящей и нисходящей ветвям винтовой линии). А использование кулачковых механизмов с другими, например, тригонометрическими законами движения выходного звена предопределяет получение микрорельефа, закономерно изменяющегося на обрабатываемой поверхности.

В то же время линейный закон движения ведомого звена является одним из самых неблагоприятных, с точки зрения ударов, хотя этому закону движения соответствует равномерное движение с постоянной скоростью и ускорением равным нулю. Дело в том, что в местах изменения траектории изменяется направление вектора скорости, что приводит к появлению так называемых в теории кулачковых механизмов жестких ударов [8]. Поэтому замкнутые кулачки, образованные восходящими и нисходящими ветвями винтовой линии, могут использоваться лишь при минимальных скоростях обработки.

Для улучшения работы кулачков, реализующих линейный закон движения ведомого звена, целесообразно сглаживать их вершины в местах изменения направления траектории. Сглаживание можно произвести с помощью дуг, сопрягающих ветви замкнутого цилиндрического кулачка.

Образование регулярного микрорельефа без подачи инструмента

проиллюстрируем на примере обработки внутренней цилиндрической поверхности многоэлементным осциллирующим раскатником (рис. 2), который устанавливается в заднюю бабку токарного станка и работает следующим образом.

При обработке заготовки сообщают вращение со скоростью главного рабочего движения. Вращающий момент от заготовки к ведущему диску 10 планетарного механизма передается посредством фрикционного кольца 12. Редуцированная частота вращения сообщается ведомому звену планетарного механизма – дисковому фланцу сепаратора 4. Частота вращения сепаратора 4 отличается от частоты вращения обрабатываемой заготовки и определяется передаточным отношением планетарного механизма. В продольных пазах сепаратора 4 установлены деформирующие шарики 5, частично утопленные в радиальных отверстиях направляющей втулки 2. Установленные в радиальные отверстия направляющей втулки 2 пружины 6 через антифрикционные подпятники 7 обеспечивают силовое взаимодействие деформирующих шариков 5 с обрабатываемой поверхностью. Направляющая втулка 2 вращается с частотой вращения сепаратора 4, а палец 3, связывающий направляющую втулку с пазовым кулачком оправки 1, сообщает втулке осциллирующее движение, перемещаясь при вращении направляющей втулки 3 по пазовому кулачку неподвижной оправки 1. Таким образом, сепаратор 4 при обработке заготовки вращается совместно с деформирующими шариками 5, которые, в свою очередь, совершают совместно с направляющей втулкой 2 осциллирующее движение вдоль образующей заготовки, производя её раскатывание с образованием регулярного микрорельефа.

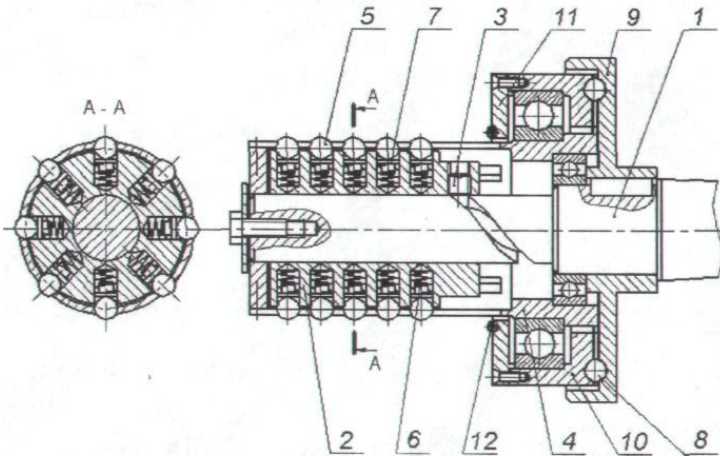


Рис. 2. Конструкція багаторізного осцилюючого раскатника

Частоти вращения обрабатываемой заготовки и сепаратора 4 различные, поэтому деформирующие шарики 5 не копируют свои траектории на обрабатываемой поверхности при каждом новом обороте заготовки. Следовательно, и при отсутствии продольной подачи раскатника будет осуществляться обработка поверхности на длине продольного хода деформирующих шариков 5 с образованием полностью регулярного микрорельефа.

Вращающий момент от обрабатываемой заготовки к ведущему диску 10 планетарного механизма передается посредством взаимодействия торца обрабатываемой заготовки с фрикционным кольцом 12, а силовое взаимодействие деформирующих шариков 5 с обрабатываемой поверхностью обеспечивают пружины 6 через антифрикционные подпятники 7. Благодаря этому предлагаемый раскатник может обрабатывать тонкостенные втулки, не вызывая их чрезмерной деформации, и обеспечить надежную работу инструмента при существенных колебаниях величин диаметров.

Вывод. Таким образом, в инструменте ведущее звено кулачкового механизма (сепаратор 4) связано с ведомым звеном планетарного механизма (дисковый фланец сепаратора 4), а заторможенное звено кулачкового механизма (оправка 1 с пазовым кулачком) связано с заторможенным звеном планетарного механизма (заторможенный диск 9). При этом ведомое звено кулачкового механизма (направляющая втулка с установленным в ней пальцем 3) связано с

деформирующими элементами инструмента (деформирующие шарики 5) и сообщает им возвратно-поступательное движение.

Инструменты, спроектированные с учетом изложенных рекомендаций, позволяют обрабатывать цилиндрические поверхности пластическим деформированием без подачи вдоль оси заготовки с образованием регулярного микрорельефа по всей длине обработки и обеспечивают стабильность геометрических параметров этого микрорельефа.

ЛИТЕРАТУРА:

1. *Одинцов Л.Г.* Финишная обработка деталей алмазным выглаживанием и вибровыглаживанием. – М.: Машиностроение, 1981. – 60 с.
2. *Шнейдер Ю.Г.* Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. – 248 с.
3. *Шнейдер Ю.Г.* Технология финишной обработки давлением: Справочник. – С.-Пб.: Политехника, 1998. – 414 с.
4. *Минаков А.П., Бунос А.А.* Технологические основы пневмовибродинамической обработки нежестких деталей. – Мн.: Наука и техника, 1995. – 304 с.
5. А.с. 585054 СССР, МКИ В24В 39/02. Раскатка / С.Г. Лакирев, Я.М. Хилькевич; Челябин. политехн. ин-т. – № 2408067/25; Заявл. 28.09.76; Опубл. 25.12.77, Бюл. № 45.
6. А.с. 1750932 А1 СССР, МКИВ24В 39/00. Устройство для нанесения на поверхности детали регулярного микрорельефа методом вибронакатывания / В.Н. Наливайко; Кировоград, ин-т с.-х. машиностроения. – № 4809094/27; Заявл. 27.09.89; Опубл. 30.07.92, Бюл. № 28.
7. *Пашкевич М.Ф., Пашкевич В.М., Пашкевич А.М., Чертков С.В.* Планетарные кулачково-плунжерные передачи. Проектирование, контроль и диагностика. – Могилев: Белорусско-Российский университет, 2003. – 221 с.
8. *Ротбарт Г.А.* Кулачковые механизмы. Проектирование, динамика и вопросы точности изготовления. – Л.: Судпромгиз, 1960. – 336 с.

ПАШКЕВИЧ Михаил Федорович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения» Белорусско-Российского университета.

Научные интересы:

– создание малогабаритных приводов для средств технологического оснащения и методов повышения их технического уровня.

Тел.: +375 (222) 23-62-98.

ПАВЛЮЦ Станислав Анатольевич – аспирант кафедры «Технология машиностроения» Белорусско-Российского университета.

Научные интересы:

– регуляризация микрорельефа поверхности.

Тел.: +375 (222) 23-62-98.

Подано 22.02.2006