

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ОБКАТЫВАНИЯ ИХ РОЛИКАМИ

А.В.Зубехина, студент

Б.И.Бутаков, доктор технических наук, профессор
Николаевский государственный аграрный университет

Описано можливість уточнення розмірів отворів втулок за допомогою чистового розкочування жорсткими розкатниками. Відображено величину зміни розмірів деталей при їх обкатуванні залежно від вихідної шорсткості поверхні.

Ключові слова: ролики, обкатування, величини уточнення, металеві втулки, товщина стінок.

Рассматривая шероховатость поверхности как отклонение от номинальной формы детали, можно говорить об обкатывании роликами как чрезвычайно эффективном способе уточнения микропрофиля деталей машин. В значительно меньшей мере это относится к волнистости, возможность уменьшения которой зависит от соотношения шага волны и размеров зоны деформации. Волна с малым шагом устраняется достаточно эффективно. Соотношением зоны деформации с габаритными размерами обрабатываемой детали определяется возможность уточнения ее размеров и формы в микрообъеме.

В индивидуальном и мелкосерийном производствах целесообразно, как правило, совмещать переходы обкатывания и чистовой обработки резанием в одной финишной операции. При этом резанием обеспечивают необходимую точность обрабатываемой поверхности, а обкатыванием – требуемую шероховатость и необходимую степень упрочнения поверхностного слоя.

В отдельных случаях целесообразно обкатывать шлифованные поверхности. При этом обкатывание выносят в отдельную операцию. Величины припусков под обкатывание жестких деталей указаны в таблице [1]. Эти величины зависят, главным образом, от шероховатости обкатываемой поверхности и, частично, от способа ее подготовки. Если допуск

обкатываемой поверхности по величине сравним с ожидаемым изменением диаметра или меньше его, деталь должна быть подготовлена под обкатывание с заданным допуском, но с измененным на величину уменьшения номинального размера в процессе обкатывания в плюс для валов и в минус для отверстий. Практически это означает, что диаметры до 250 мм 8-го качества ISO и все диаметры 7-го качества ISO необходимо корректировать. Детали 8-го качества ISO с диаметром более 250 мм, а также менее точные детали всех размеров обкатывают после изготовления их по окончательным чертежным размерам.

В процессе обкатывания за счет постепенного увеличения рабочего усилия диаметр доводится до предельных размеров требуемого качества точности.

Таблица

Уменьшение (увеличение) диаметров валов (отверстий) при обкатывании

| Способ обработки под обкатывание | Шероховатость поверхности, подготовленной под обкатывание, мкм | Изменение диаметра после обкатывания, мм |
|----------------------------------|--|--|
| Точение и растачивание | Rz = 40 Rz = 20 Ra = 2,5 | 0,03-0,06 0,02-0,04 0,01-0,02 |
| Шлифование | Rz = 20 Ra = 2,5 | 0,01-0,03 0,005-0,015 |
| Точение широким резцом | Rz = 20 Ra = 2,5 | 0,01-0,02 до 0,01 |

Исходная шероховатость поверхности может быть уменьшена лишь до определенных пределов, до заполнения микровпадины металлом. Заполненные микровпадины обычно можно узнать по небольшим незакатанным углублениям. При обработке расстояние между соседними впадинами, равное осевой подаче резца, не изменяется. Это указывает на то, что металл перемещается, главным образом, в объемах микровыступов в радиальном и осевом направлениях. В осе-

вом направлении металл гребешков обычно перераспределяется симметрично в обе стороны.

Беспорядочный характер микронеровностей затрудняет обработку пластическим деформированием. Это объясняется тем, что глубина впадин микропрофиля различна, и необходимо в большей степени деформировать в осевом направлении поверхностные слои металла. При абразивной обработке поверхность шаржируется абразивными зернами, что ухудшает перераспределение металла в заполняемые микровпадины.

Из практики эксплуатации деформирующего инструмента [2] для различных случаев обработки видно, что процесс поверхностного пластинчатого деформирования во многом зависит от способа и шероховатости предварительно обработанной поверхности. Форма и взаимное расположение пластически деформируемых микронеровностей должны быть по возможности неизменными и равномерно чередоваться на обрабатываемой поверхности. Для поверхностей вращения лучшим видом предварительной обработки является точение, после которого максимальная высота микронеровностей не превышает 25-35 мкм. Процесс пластического деформирования желательно вести таким образом, чтобы остаточные деформации происходили за счет уменьшения высоты исходных микронеровностей. По мере увеличения твердости обрабатываемой поверхности процесс пластического деформирования микронеровностей затрудняется. Так, например, пластическое деформирование обкатывающими роликами микронеровностей шлифованной поверхности детали из стали марки 45X при ее твердости RC 25-27 уменьшает шероховатость поверхности с $R_a = 2,5$ мкм до $R_a = 0,25$ мкм. При поверхностной твердости RC 30-35 шероховатость поверхности детали в результате обработки пластическим деформированием может быть снижена до $R_a = 0,25$ мкм при высоте исходных микронеровностей, соответствующих $R_a = 1,25$ мкм.

К наиболее прогрессивному технологическому процессу получения точных отверстий с низкой шероховатостью поверхности относится раскатывание втулок планетарными роликовыми головками.

Роликовая головка (см. рис.) состоит из оправки 2 с конусным участком, по которому, совершая планетарное движение, катятся конические рабочие ролики 1. Ролики расположены по окружности равномерно, разделяются и предохраняются от выпадения фиксирующим сепаратором 3, который свободно вращается на оправке, и усилием раскатывания прижимается к упорному подшипнику 4. Роликовая головка настраивается на размер вращением регулировочной гайки 5.

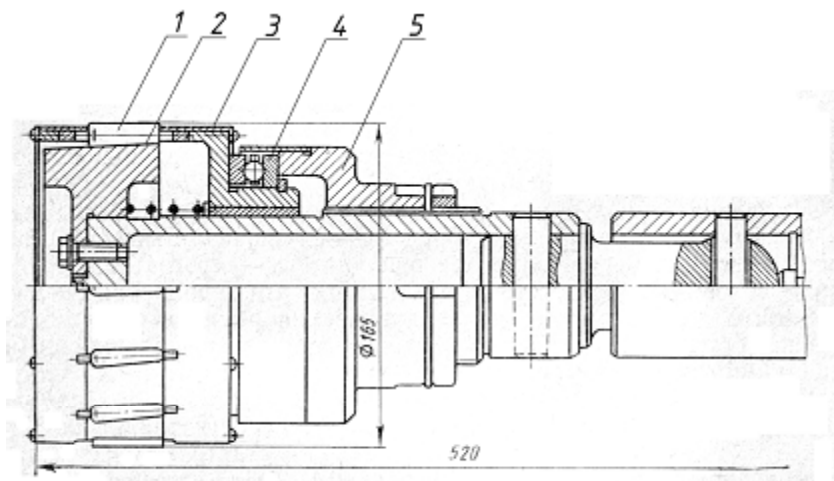


Рис. Планетарная роликовая головка для раскатывания отверстий

При вращении регулировочной гайки 5 деформирующие ролики 1 перемещаются вдоль рабочего конуса оправки, изменяя настраиваемый диаметр головки. Конструкция головки позволяет обрабатывать детали за один или несколько проходов. При выводе из отверстия головки ролики вместе с сепаратором смещаются вдоль конуса в сторону уменьшения диаметра. При этом диаметр головки уменьшается до величины, обеспечивающей при обратном движении вывод его без деформации изделия.

При выборе процессов поверхностной обработки пластическим деформированием целесообразно ориентироваться на величину коэффициента пластической деформации K . Значение коэффициента K определяется по зависимости

$$K = \Delta d_{nl} / (\Delta d_{nl} + \Delta d_{упр}),$$

где Δd_{nl} и $\Delta d_{упр}$ - пластическая и упругая деформации стенок цилиндра.

Величина коэффициента характеризует долю пластических деформаций в общей деформации $i = \Delta d_{nl} + \Delta d_{упр}$, то $i = \Delta d_{nl} / K$.

Коэффициент K характеризует поверхностную и объемную пластическую изменяемость обрабатываемого изделия под действием деформирующего инструмента и зависит от следующих факторов:

- 1) деформирующей способности инструмента;
- 2) конструкции и физико-механических свойств материала изделия;
- 3) величины и характера исходной шероховатости обрабатываемой поверхности;
- 4) режимов обработки деформирующим инструментом.

По величине коэффициента K можно определять ряд параметров процесса обработки. Так, например, можно выбирать размеры и геометрию деформирующих элементов, устанавливать его жесткость, определять размеры, точность и шероховатость исходной поверхности, устанавливать расчетный диаметр для настройки деформирующего инструмента, выявлять оптимальное количество групп при обработке деталей в пределах заданного допуска с перенастройкой деформирующего инструмента.

Введя некоторые допущения, можно с помощью коэффициента K определить зависимости, необходимые для расчета основных технологических параметров обработки пластическим деформированием.

Положим, что:

1. Обработка производится за один проход роликовой головки;
2. Величины пластически деформируемого припуска и технологического натяга связаны зависимостью $i = \Delta d_{nl} / K$;
3. Физико-механические свойства материала обрабатываемого изделия и микрогеометрия его деформируемой поверхности однородны;
4. Жесткость упругой системы изделие-инструмент при обработке постоянна;
5. Режимы и параметры обработки неизменны.

Тогда получим:

$$1/K = \Delta / (\Delta d_{max} - \Delta d_{min}) + 1; \Delta_3 = \Delta + (\Delta d_{max} - \Delta d_{min}),$$

где Δ – допуск на изготовление отверстия; Δ_3 – допуск на обработку при подготовке отверстия.

При обработке раскатыванием необходимо обеспечить постоянство температуры обрабатываемого изделия и деформирующего инструмента.

Для повышения равномерности упрочнения поверхности обрабатываемой детали целесообразно увеличить количество одновременно работающих деформирующих элементов – роликов, использовать удлиненные ролики с малым углом конусности, уменьшать осевую подачу инструмента. Угол конуса ролика следует брать минимальным, не более $2^0 - 2^0 30'$; длину роликов – до 30-50 мм. Диаметр роликов также рекомендуется принимать минимальным, в зависимости от диаметра обрабатываемого отверстия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Браславский В. М. Технология обкатки крупных деталей роликами // Браславский В. М. — М.: Машиностроение, 1966. — 159 с.
2. Прогрессивные методы изготовления отделки и упрочнения металлических деталей пластическим деформированием / Под редакцией Ю. В. Шухова, Р. Р. Юстоса. — М.: Машгиз, 1962. — 240 с.