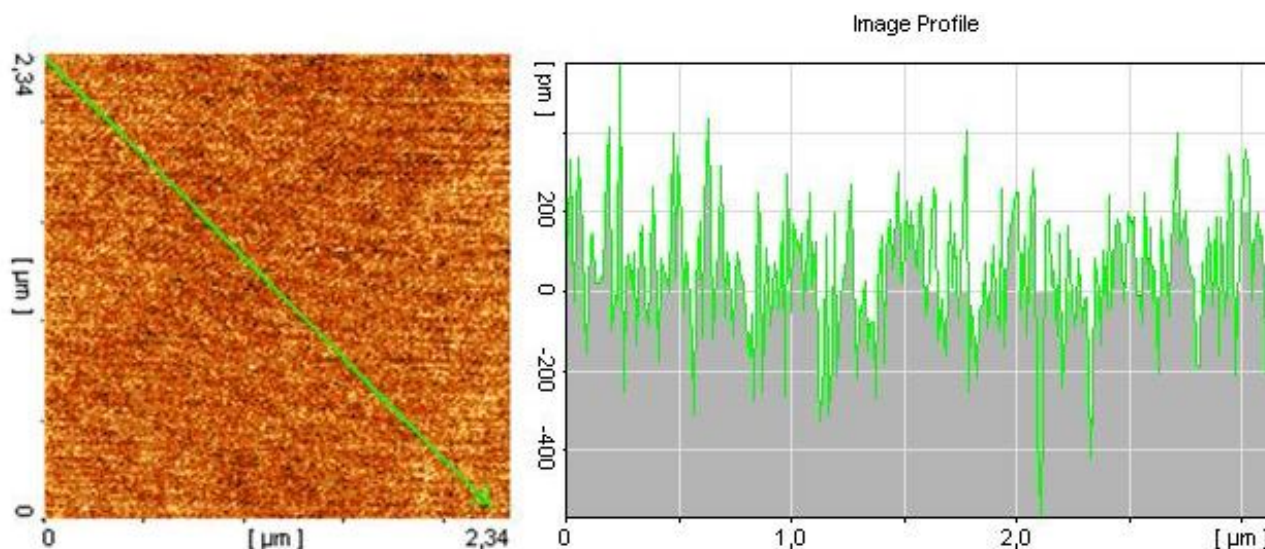


зионных факелов [3].

Методом пересекающихся пучков получены образцы пленок кремния с шероховатостью поверхности

менее 1 нм. На рисунке 6 представлено изображение участка тонкой пленки кремния, полученное при помощи атомно-силового микроскопа (АСМ).



Рисунке 6 – АСМ-изображение участка тонкой пленки кремния толщиной 150 нм без капель с шероховатостью поверхности 0,5 нм

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Харрис, П. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века [Текст]: Пер. с англ. / П. Харрис; Под ред. и с доп. Л.А. Чернозатонского. М.: Техносфера, 2003.
2. Пул, Ч. Нанотехнологии [Текст]: учеб. пособие: Пер. с англ. / Ч. Пул, Ф. Оуэнс; Под ред. Ю.И. Головина. М.: Техносфера, 2004.
3. Технические и программные средства автоматизации научных иссл. М.: Наука, 1987.

УДК 621.784.4

**Г.С. ЖЕТЕСОВА,
О.П. МУРАВЬЕВ,
Ю.О. МУРАВЬЕВА**

Конструктивные особенности инструментов для обработки деталей роликами

Широкое применение методов поверхностно-пластической деформации (ППД) в промышленности привело к созданию многочисленных конструкций инструмента и схем обработки. Выбор рациональной схемы обработки и оптимальной конструкции инструмента определяет технико-экономические показатели процесса и зависит от различных факторов, важнейшими из которых являются: тип производства, жесткость технологической системы, размеры и конструкция обрабатываемой детали, точности её изготовления и других [1].

Полученные результаты теоретических и экспериментальных исследований позволили сформулировать положения, которые рекомендуется применять при создании прогрессивного и совершенствовании существующего инструмента для ППД, а также при выборе рациональных режимов обработки. Сущность этих рекомендаций и положений сводится к следующему [1].

1. Качество и производительность обработки ППД зависит от размеров и формы деформирующих роликов, вида и размеров поверхностей деталей.

2. На величину показателей качества поверхностного слоя преимущественное влияние оказывает максимальное контактное напряжение или глубина внедрения деформирующего элемента в деталь. Среднее давление пропорционально глубине его внедрения в обрабатываемую поверхность.

3. При постоянной глубине внедрения деформирующего элемента с увеличением его размеров и размеров детали среднее давление уменьшается, причем незначительно, так как пропорционально увеличивается площадь контакта, а максимальные напряжения в контакте уменьшаются.

4. Один и тот же контакт между поверхностями детали и деформирующим инструментом как по форме, так и по размерам можно обеспечить деформирующими элементами разных начальных размеров, имеющих эквидистантно расположенные поверхности.

5. При постоянной форме и размерах контактной зоны усилие деформирования увеличивается при уменьшении размеров деформирующих роликов, обеспечивающих данный контакт, при этом увеличивается и глубина его внедрения в деталь.

6. При заданных форме и размерах деформирующего элемента качество обработки зависит от усилия деформирования или глубины его внедрения.

7. Обработка поверхностей валов и отверстий, имеющих одни и те же диаметры, одинаковыми деформирующими элементами и равными глубинами их внедрения приводит к различным результатам, так как при обработке отверстий при тех же диаметрах площадь контакта оказывается большей по размерам. Для достижения заданных результатов обработка отверстий должна производиться деформирующими элементами меньших размеров в пропорции, определяемой по предложенной в работе методике.

8. Шероховатость обработанной поверхности зависит от подачи, усилия деформирования, длины контакта, заднего угла и угла самозатягивания. При одном и том же усилии деформирования шероховатость тем меньше, чем больше размеры деформирующих роликов в продольном направлении и чем меньше задний угол.

9. Глубина упрочнения и остаточные напряжения в поверхностном слое должны определяться от распределенных контактных напряжений по площади контакта, а не от сосредоточенного усилия деформирования. При одном и том же усилии деформирования, но разных площадях контакта глубина упрочнения будет меньше при большей площади контакта. В этой связи увеличение диаметра деформирующего элемента для повышения усилия деформирования не целесообразно. Более предпочтительным является увеличение усилия деформирования при одновременном уменьшении диаметра деформирующего элемента до значений, ограниченных конструктивными соображениями.

10. Глубина внедрения деформирующих роликов в поверхность детали соразмерима с допуском на обработку. Применение инструментов, настроенных на заданный размер приводит к нестабильному качеству, меняющемуся в широких пределах. При проектировании инструмента необходимо принимать конструктивные решения, обеспечивающие постоянство и стабильность усилия деформирования, а также угла самозатягивания.

11. Форма рабочей поверхности деформирующего элемента не имеет доминирующего значения для обеспечения заданного качества поверхностного слоя. Основными параметрами являются диаметральные и продольные размеры деформирующих роликов. Наиболее целесообразным с точки зрения обеспечения заданных параметров качества поверхностного слоя, при высокой производительности и минимуме энергетических затрат на обработку является применение конических деформирующих роликов с профильным задним радиусом 2...3 мм и задним углом, равным 20'...30'. Начальный диаметр ролика необходимо выбирать в пределах $r_n = 5...8$ мм в зависимости от диаметра обрабатываемого отверстия и конструкции деформирующего инструмента.

В настоящее время для раскатывания применяют большую номенклатуру обрабатывающих инструментов. Выбор того или иного инструмента зависит от условий обработки деталей, имеющегося опыта на

данном предприятии, а также поставленных требований по производительности и качеству обработанной поверхности.

Классификация инструментов для раскатывания и обкатывания сводится:

- к способу установки деформирующих роликов в инструменте;

- способу настройки роликов на обрабатываемый размер;

- обеспечению заданной стабильности обработки.

Требования, которым должен удовлетворять деформирующий инструмент, состоят в следующем.

1. Обеспечение обработки партии деталей с постоянным усилием деформирования при изменении их действительных размеров в пределах заданного допуска по 7÷14 квалитетам точности.

2. Обеспечение постоянного усилия деформирования, а в инструментах, работающих в режиме самозатягивания, обеспечение постоянной величины самозатягивания на протяжении заданного промежутка времени.

3. Наиболее нагруженные детали инструмента для ППД должны выдерживать длительную нагрузку, при заданном качестве, усилии деформирования и требуемой производительности.

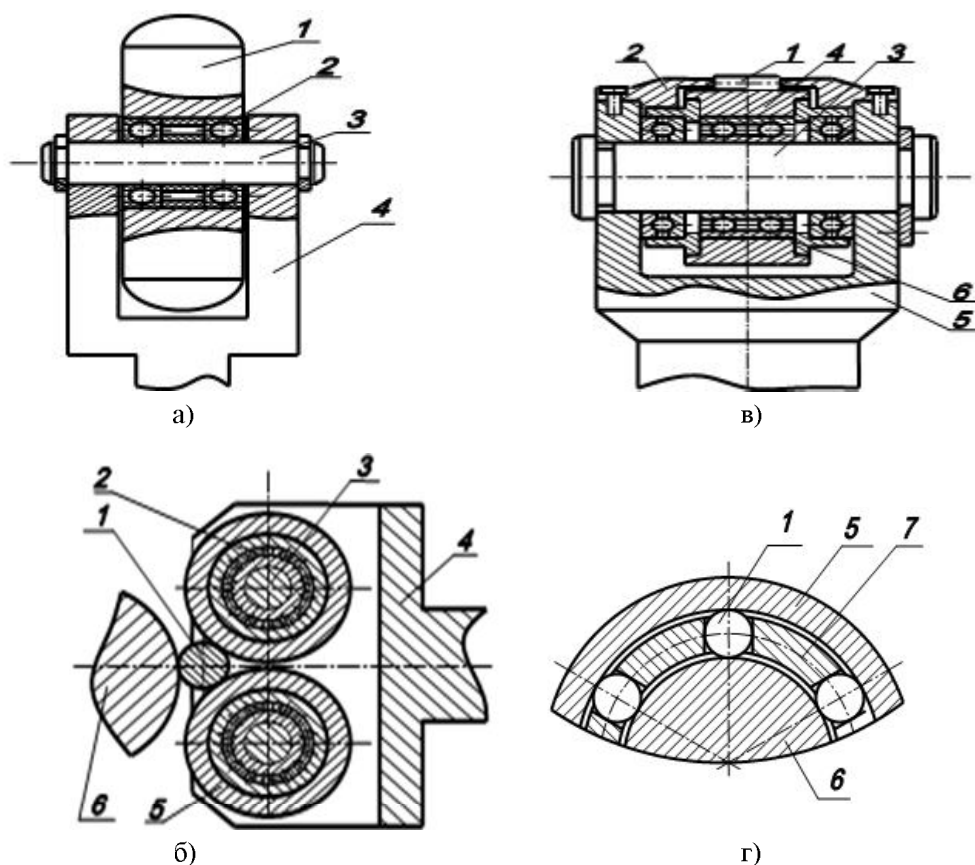
4. Простота конструкции, технологичность в изготовлении, удобство настройки деформирующих роликов на заданную глубину их внедрения в поверхность детали или на заданный размер с требуемой точностью, стабильность параметров и режимов обработки.

Указанные требования достигаются обоснованным рациональным выбором конструкции инструмента, его параметров, применяемых материалов, технологией изготовления, качественной сборки и многими другими составляющими [2].

По способу установки роликов в инструменте можно выделить три конструктивных решения: установка роликов на подшипниках качения (рисунок 1а); на промежуточные катки (рисунок 1б); на опорный конус (рисунок 1в).

Основной недостаток установки роликов на подшипники качения – большой диаметр деформирующего ролика. Это связано с тем, что внутри ролика необходимо поместить подшипник, несущая способность которого должна соответствовать усилию деформирования (рисунок 2). Увеличение усилия деформирования приводит к необходимости пропорционально увеличивать диаметр подшипника, на который установлен ролик, а следовательно, и диаметр самого ролика. Увеличение диаметра ролика при одной и той же глубине его внедрения в поверхность детали не приводит к уменьшению максимальных и средних контактных напряжений, так как пропорционально увеличивается площадь контакта.

В то же время на качество поверхностного слоя влияет преимущественно среднее давление или максимальное напряжение в контакте. Это обстоятельство привело к созданию инструмента второго и третьего типа. В этих инструментах можно применить ролики малых диаметров. Они в процессе обработки опираются либо на два смежных катка (рисунок 1,б), либо на один каток или опорный конус (рисунок 1в, г).



а) – на опору качения; б) – на промежуточные катки; в), г) – на опорный каток или конус
 Рисунок 1 – Основные способы установки роликов в инструментах для обработки деталей поверхностным пластическим деформированием

По способу настройки роликов на обрабатываемый размер инструмента возможны две схемы: 1) настройка положения ролика в инструменте на заданную глубину его внедрения в обрабатываемую поверхность; 2) глубина внедрения ролика в поверхность детали определяется заданным усилием деформирования, приложенным к ролику [3].

У жестких инструментов деформирующие ролики занимают неизменное положение относительно опорного конуса на всем протяжении обработки, в то время как у инструментов упругого действия ролики смещаются относительно опорного конуса под воздействием усилия деформирования при его увеличении за счет изменения размера обработки в пределах заданного допуска. Это смещение роликов обеспечивается применением различного рода нагружающих устройств или податливостью опорных элементов, на которые опираются ролики и через которые передается усилие деформирования.

На основании обобщения производственного опыта установлено, что в условиях серийного, крупносерийного и массового производства наиболее произво-

дительными, долговечными и надежными в эксплуатации инструментами являются ротационные инструменты, содержащие сепаратор 7 и опорный конус 5, на который опираются ролики 1, расположенные в гнездах сепаратора равномерно по окружности детали.

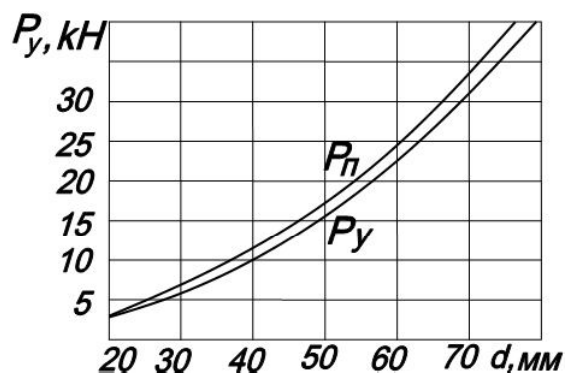


Рисунок 2 – Изменение усилия деформирования от диаметров роликов: P_y – нагрузка на деформирующий ролик; P_n – предельно допустимая нагрузка на подшипники, на которые установлены ролики

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отений Я.Н. Технологическое обеспечение качества деталей машин при обработке поверхностным пластическим деформированием роликами. Автореф. дис.... д-р техн. наук. Ростов н/Дону, 2007. 38 с.
2. Отений Я.Н. Методологический подход к технологическому обеспечению качества поверхности деталей машин при ППД роликами / Справочник // Инженерный журнал. 2006. № 3. С. 20-22.
3. Одинцов Л. Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник. М.: Машиностроение, 1987. 328 с.