

УДК 621.735.34.001.24

Я.Б. Немировский, канд. техн. наук, Киев, Украина

ПОГРЕШНОСТИ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗАГОТОВОК, ОБРАБОТАННЫХ ДЕФОРМИРУЮЩИМ ПРОТЯГИВАНИЕМ

В статті описані результати досліджень похибок зовнішньої поверхні деталей, оброблених деформуючим протягуванням.

Розроблена нова схема протягування, яка дозволяє зменшити похибки обробки.

В статье приведены результаты исследований погрешностей наружной поверхности деталей, обработанных деформирующим протягиванием.

Разработана новая схема протягивания, позволяющая снизить погрешности обработки.

The article contains result investigations of errors the outer surface of parts processed by deforming broaching by deforming broaching.

Has developed are now sheme of broaching, which allows to reduce the errors.

Погрешности наружной поверхности заготовок, обработанных деформирующим протягиванием (ДПР) определяют точность наружной поверхности изделия, либо припуск под последующую обработку.

Обычно процесс ДПР рассматривается как стационарный [1]. Однако эти допущения справедливы только для области установившегося движения деформирующего элемента.

На входе и выходе инструмента имеют место нестационарные периоды деформирования, в которых возникают значительные погрешности, как внутренней, так и наружной поверхности заготовки. Погрешности на этих участках определяют значения общих погрешностей наружной поверхности заготовки, а зачастую и внутренней.

О наличии погрешностей на краевых участках отмечается в литературе [2,3], где изучаются осевые и радиальные размеры этих участков, однако эффективных методов по их устранению практически не разработано. Некоторые авторы предлагают с торцев заготовки установить дополнительные втулки, имеющие размеры обрабатываемой заготовки, которые по их мнению, будут стабилизировать процесс деформирования на краевых участках. Однако это трудоёмко и малоэффективно, и как показывают эксперименты, устранить полностью эти погрешности не удается.

Для экспериментальных исследований погрешностей наружной поверхности заготовок, возникающих при ДПР, необходимо прежде всего

установить отклонения формы наружной поверхности.

Согласно рекомендациям [4] отклонения профиля определяются по разности максимального и минимального значений диаметра наружной и внутренней поверхности в нескольких поперечных сечениях заготовки. В зависимости от длины заготовки она измерялась в 10-15 поперечных сечениях, причем на участках, примыкающих к торцам, замеры производили через 3÷4 мм (рис. 1).

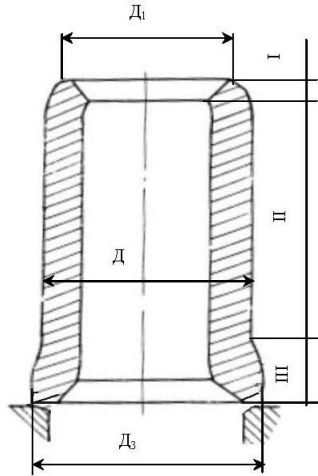


Рисунок 1 – Изменение образующей наружной поверхности поршневого пальца после деформирующего протягивания

Изменение наружного диаметра измерялось микрометром.

При входе деформирующего элемента и на выходе условия контактного взаимодействия инструмента с заготовкой отличаются от подобных условий в зоне установившегося движения (отличаются ширина контакта, осевая сила, контактные давления). Это, естественно, сказывается на радиальных размерах обработанной заготовки.

Если раздача осуществляется по наиболее часто используемой схеме сжатия, то при подходе деформирующего элемента к выходу осевая сила протягивания воздействует на внеконтактную зону перед участком контакта, что увеличивает радиальные размеры заготовки у опорного торца в сравнении с размерами основной части.

В то же время радиальные размеры у входного торца меньше чем аналогичные размеры участка II (рис. 1).

Указанные особенности формирования образующей наружной

поверхности усугубляются, в случае наличия на участках, примыкающих к торцам, конструктивных элементов (например, фасок рис. 1), лишающих инструмент контакта с обрабатываемой поверхностью.

Целью работы является экспериментальное исследование влияния режимов протягивания и геометрии инструмента на погрешности наружной поверхности заготовки и разработка методов снижения этого вида погрешности.

Рассмотрим экспериментальные данные по изменению радиальных размеров наружной поверхности поршневых пальцев при раздаче их деформирующими элементами с разными натягами на элемент и разными углами наклона образующей рабочего конуса – ∇ .

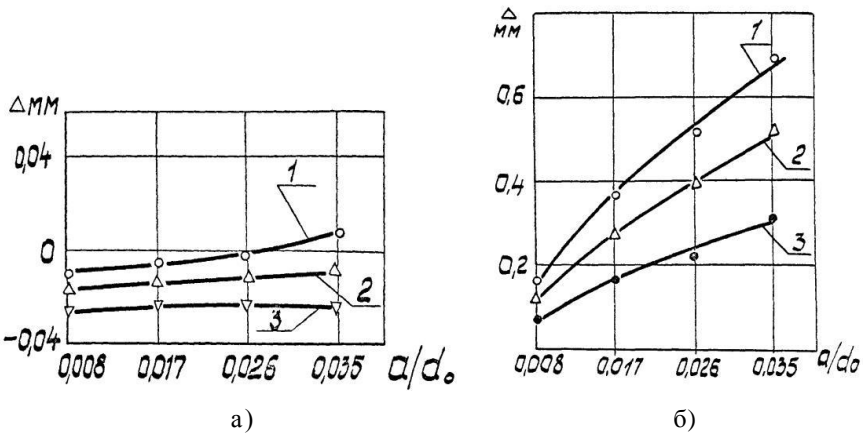


Рисунок 2 – Зависимость величины припуска на наружной поверхности от натяга на элемент: а) у входного торца угол α : 1-8° 2-6° 3-2°; б) у опорного торца угол α : 1-8° 2-6° 3-2°

Приведенные на рис. 2 экспериментальные данные, свидетельствуют о том, что радиальные размеры наружной поверхности у входного торца (зона 1) меньше, чем размеры в зоне установившегося движения инструмента и не позволяют обеспечить необходимый припуск под последующую мехобработку (его требуемая величина для бесцентрового шлифования наружной поверхности находится в пределах $\Delta \approx 0,2$ мм). Указанный браковочный признак наблюдается даже при значительных пластических деформациях отверстия пальца ($a/d_0=3,5\%$).

В то же время радиальные размеры у опорного торца значительно больше чем размеры в зоне установившегося движения (рис. 2б) и необоснованно увеличивают припуск ($\Delta_{\max} \approx 0,7$ мм), а следовательно съем

материала детали при последующей мехобработке. Особенно сильно изменяется припуск по длине детали при раздаче ее деформирующими элементами с большими углами и натягами на элемент. Так после обработки деформирующим элементом с углом $\nabla=8^\circ$ и натягом на элемент ($a/d_0=0,035$), припуск на участке II составляет 0,21 мм, на участке I – 0,0005 мм, а на участке III – 0,7 мм. Естественно такой перепад припусков по длине детали, вызванный погрешностями наружной поверхности обработанной детали не позволяет использовать процесс ДПР для обработки деталей такого класса.

Приведенный случай обработки показал, что погрешности наружной поверхности заготовки обусловлены особенностями образования их на участках примыкающих к торцам и зависят от угла ∇ и натяга на элемент, а также конструктивных особенностях заготовки.

Для устранения погрешностей наружной поверхности разработана новая схема раздачи [5]. Учитывая характер изменения погрешностей наружной поверхности пальца, а, следовательно, и припуска под последующую мехобработку (рис. 2) возникла, необходимость произвести раздачу детали в парное число проходов с изменением опорного торца, то есть при повторном деформировании входной торец становится опорным, а опорный входным.

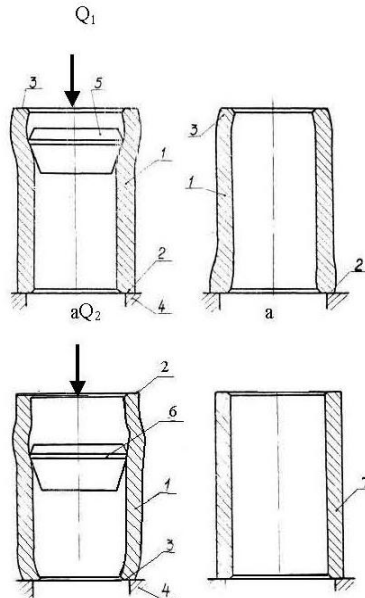


Рисунок 3 – Схема раздачи поршневого пальца в парное число проходов с изменением опорного торца

Рассмотрим это на конкретном примере раздачи поршневого пальца (рис. 3). Требуемая суммарная деформация отверстия пальца 1, имеющего опорный торец 2 и входной 3 осуществляется в парное число проходов, причем после первого прохода меняется опорный торец. Так раздача заготовки 1 при опорном торце 2, базирующимся в опоре 4, деформирующим элементом 5 приводит к образованию погрешностей наружной поверхности согласно рис. 3а. При повторном цикле деформирования раздача заготовки 1 осуществляется деформирующим элементом 6, но в качестве опорного торца, используется входной торец 3, а торец 2 становится входным. В этом случае изменение погрешностей на краевых участках формируется по-иному. Сложение разнонаправленных погрешностей, при изменении базирующих торцев, позволяет обеспечить форму наружной поверхности детали 7 практически без погрешностей.

Так как осевая сила протягивания влияет на образование погрешностей у опорного торца, то для повышения точности наружной поверхности ее значение на каждом из циклов необходимо поддерживать постоянным, то есть осевая сила на каждом из циклов $Q_1=Q_2$. Обеспечить это условие можно только за счет распределения общей деформации заготовки между циклами и таким образом, чтобы упрочнение материала после первого цикла учитывалось уменьшением натяга на втором элементе.

Тогда силы на каждом цикле

$$Q_I = A\sigma_1 a_1^{-(m+r)}$$

$$Q_{II} = A\sigma_1 a_2^{-(m+r)}$$

где: A – коэффициент, учитывающий физико-механические характеристики обрабатываемого материала, влияние угла \forall , толщины стенки, диаметра.

Общая деформация ε .

$$\varepsilon = a_1 + a_2$$

Тогда запишем соотношение натягов $a_1/a_2 = \beta$, а β определяется из кривой течения обрабатываемого материала;

$$\beta = \left(\frac{\sigma_T}{\sigma_{i1ц.}} \right)^{\frac{1}{m+r}},$$

где σ_T – предел текучести необработанного материала;

$\sigma_{i1ц.}$ – предел текучести упрочненного после первого цикла материала.

Определяется по кривой течения, полученной при растяжении образца из обрабатываемого материала и соответствует суммарной деформации заготовки ε_{cp} по среднему диаметру

$$e_{\text{ср.}} = \frac{d+t}{d_0+t_0} - 1,$$

где d_0 , t_0 и d , t внутренний диаметр и толщина стенки до обработки и после I цикла обработки соответственно.

Тогда

$$a_1 = \frac{\beta}{1 + \beta} \varepsilon$$

$$a_2 = \frac{\varepsilon}{1 + \beta}$$

Предложенная схема подвергалась экспериментальной проверке. Результаты экспериментов приведены на рис. 4.

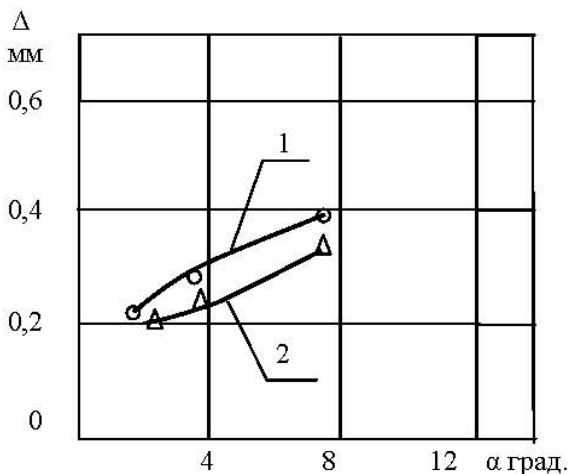


Рисунок 4 – Зависимость величины припуска от угла α .

1 – второй цикл деформирования, $a_0/d_0 = 0,016$

2 – первый цикл деформирования, $a_0/d_0 = 0,017$

Из него следует, что ее использование позволило достичь требуемого результата – обеспечить требуемый под последующую обработку припуск по длине детали. Оптимальным случаем для приращения размеров наружной поверхности у торцов обработанной детали имеет место при использовании деформирующих элементов с углами $\forall = 2^0$. В этом случае припуск у обоих торцов практически одинаков.

Разработанная схема легла в основу разработки конструкции автоматизированной установки для раздачи отверстия в пальцах ДВС [6].

Технические характеристики этой установки приведены в таблице.

Таблица

1.	Тип работы	Автоматический
2.	Производительность пальцев/час	250
3.	Максимальное усилие раб. цил. K_n	100
4.	Схема раздачи	В два цикла деформирования с изменением опорного торца.
5.	Ход поршня рабочего цилиндра, мм	150
6.	Диапазон размеров восстанавливаемых пальцев, мм	$D=25\div 50$
7.	Смазка	Принудительная сульфорезол

Разработанная установка изготовлена и успешно внедрена в производство на трех предприятиях в технологическом процессе восстановления поршневого пальцев на операции раздачи отверстия в них в условиях крупносерийного производства.

Список использованных источников: 1. *Смелянский В.М.* Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием. – М.: Машиностроение, 2002. – 300 с. 2. *Бусел Ю.Ф., Кодрик А.И.* Влияние некоторых параметров конструкции протяжки, режимов деформирующего протягивания на краевой эффект//Сверхтвердые материалы. Производство и применение. – Киев: ИСМ АНУССР, 1971. – С. 122-125. 3. *Проскураков Ю.Т., Романов В.Н., Исаев А.И.* Объемное дорнование отверстий. – М.: Машиностроение, 1984. – 223 с. 4. *Палей М.А.* Отклонение формы и расположения поверхностей. – М.: Изд-во Госкомитета стандартов, мер и измерительных приборов СССР, 1965. – 117 с. 5. Способ обработки осесимметричных деталей: А.С. 1447649 СССР, МКИ В24В39/05/Я.Б.Немировский, О.А. Розенберг, А.И. Геровский и др. – №427821/31-27; заявл 10.03.87; опубл 30.12.88, Бюл. №49. – 4 с. 6. *Немировский Я.Б., Деревець Л.У.* Відновлення поршневих пальців на основі деформуючого протягування //Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха: ННУ «ІМЕСХ». 2003. – Вип. 87. – С. 269-278.

Поступила в редакцію 12.06.2012