

УДК 621.787.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ НА ГЕОМЕТРИЧЕСКУЮ ТОЧНОСТЬ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Лаврентьев А.М.

Камышинский технологический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, Камышин, e-mail: 100roj@mail.ru

Данная работа посвящена анализу влияния обработки поверхностным пластическим деформированием на геометрическую точность наружных цилиндрических поверхностей однороликовым обкатником постоянного усилия. В ходе исследования изучено влияние обработки наружных цилиндрических поверхностей одноэлементным обкатником постоянного усилия на геометрическую точность детали. Построены кривые нормального распределения. Показано, что обработка наружных цилиндрических поверхностей, одноэлементным обкатником постоянного усилия не повышает качества точности.

Ключевые слова: обработка наружных цилиндрических поверхностей, поверхностное пластическое деформирование

STUDY OF TREATMENT FOR SURFACE PLASTIC DEFORMATION GEOMETRIC PRECISION OUTER CYLINDRICAL SURFACE

Lavrentiev A.M.

The Kamyshin Technological Institute (branch) of the Volgograd State Technical University, Kamyshin, e-mail: 100roj@mail.ru

This work is devoted to analysis of the influence of surface treatment of plastic deformation in the geometric accuracy of external cylindrical surfaces Idler obkatnikom constant effort. The study examined the effect of treatment of external cylindrical surfaces singleton obkatnikom constant efforts on the geometric precision parts. Curves normal distribution. It has been shown that the processing of external cylindrical surfaces, singleton obkatnikom constant force does not increase quality class accuracy.

Keywords: processing an outer cylindrical surface, plastic surface deformirovnie

Одним из основных факторов, определяющим высокую долговечность высокую долговечность и надежность деталей машин является точность механической обработки. Под точностью изготовления детали понимается степень соответствия реального профиля ее поверхности, заданным конструктором в рабочем чертеже детали.

Однако изготовить деталь абсолютно точной формы невозможно, так как при механической обработке возникают погрешности, вызванные упругими деформациями системы СПИД под действием сил резания, тепловыми деформациями, погрешностью установки и закрепления детали и инструмента на станке, а также погрешностями изготовления и износом станка, детали, инструмента.

Для достижения высокой точности детали подвергаются черновой и чистовой обработке. Выбор того или иного метода обработки зависит от размеров заготовки, механических свойств материала, требований по производительности, точности и качеству поверхностного слоя. При черновых операциях преимущественно используют токарную и обдирочную шлифовальную обработку, а при чистовых операциях –

абразивную обработку и обработку методами ППД (поверхностного пластического деформирования) [3].

В настоящее время в качестве чистовой обработки цилиндрических поверхностей все большее распространение находят методы поверхностного пластического деформирования (ППД), позволяющие обеспечить высокое качество поверхностного слоя и низкую шероховатость в пределах $Ra = 0,16 \dots 0,32$ мкм.

Поверхностное пластическое деформирование (ППД) – это метод обработки металлов давлением без снятия стружки. Сущность этого метода состоит в том, что под давлением деформирующего элемента (ролик, шар) более твердого, чем обрабатываемый материал, выступающие неровности обрабатываемой поверхности пластически деформируются – сминаются, при этом шероховатость поверхности уменьшается и образуется новый микро-рельеф [7].

В настоящее время в литературе [7, 5, 2] широко рассмотрено влияние режимов обработки ППД на шероховатость обработанной поверхности, а вот влиянию на точность обработанных поверхностей внимание практически не уделено.

Таблица 1

Результаты измерения втулок после токарной обработки

№ имз.	X	№ имз.	X	№ имз.	X	№ имз.	X	№ имз.	X
1	33,03	10.	32,95	19.	33,08	28.	33,13	37.	33,09
2	33,07	11.	33	20.	33,08	29.	33,17	38.	33,18
3	33,1	12.	33,01	21.	32,98	30.	33,16	39.	33,16
4	33,13	13.	33	22.	33,03	31.	33,18	40.	33,14
5	33,13	14.	33,04	23.	33,07	32.	33,2	41.	33,16
6	33,12	15.	33,01	24.	33,1	33.	33	42.	33,18
7	33,14	16.	32,9	25.	33,12	34.	32,99	43.	33,2
8	33,11	17.	33,04	26.	33,08	35.	33,04	44.	33,2
9	33,14	18.	33,05	27.	33,2	36.	33,07	45.	32,99

Таблица 2

Распределение действительных размеров после токарной обработки

Интервал, мм	Середина интервала, мм	Частота m_i	Частность, p_i	Плотность распределения, Y_i
32,89...32,94	32,915	1	0,022	0,444
32,94...32,99	32,965	4	0,088	1,777
32,99...33,04	33,015	10	0,222	4,444
33,04...33,09	33,065	8	0,177	3,555
33,09...33,14	33,115	11	0,244	4,888
33,14...33,19	33,165	7	0,155	3,111
33,19...33,24	33,215	4	0,088	1,777

Таблица 3

Данные для построения кривой нормального распределения после токарной обработки

Середина интервала, мм	$X_i = a_{i\text{cp}} - a_{\text{cp}}$	$t_i = \frac{X_i}{\sigma}$	$Y' = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{-\frac{t_i^2}{2}}$	$Y_i = \frac{Y'_i}{\sigma}$
32,915	- 0,173	- 2,28001	0,029666	0,390975
32,965	- 0,123	- 1,62105	0,107253	1,413522
33,015	- 0,073	- 0,96209	0,251188	3,310482
33,065	- 0,023	- 0,30312	0,381086	5,022434
33,115	0,027	0,35584	0,374524	4,93596
33,165	0,077	1,014804	0,238436	3,142414
33,215	0,127	1,673768	0,098333	1,295954

Экспериментальные исследования проводились на базе учебно-производственной мастерской Камышинского технологического института (г. Камышин).

Для проведения экспериментов из цельного прутка (материал прутка – сталь 45 ГОСТ 1050-88) на токарно-винторезном станке была изготовлена партия толстостенных втулок в количестве 50-ти штук диаметром $30 \pm 0,2$ мм. Токарную обработку наружной поверхности втулок осуществляли на оправке. Далее измерили наружный диаметр втулок, а полученные результаты занесли в табл. 1. В качестве измерительного прибора был использован микрометр гладкий МК-50 25-50мм (0,01).

Распределение действительных размеров втулок, полученных в результате изме-

рений (табл. 1), называется эмпирическим распределением случайной величины. Эмпирическое распределение можно представить в виде таблиц или графиков, где в соответствии случайной величине ставится частота ее появления. Наиболее распространенным видом представления совокупности данных является гистограмма и полигон частот. Гистограммой относительных частот (рис. 2, а) называют фигуру, состоящую из прямоугольников, основаниями которых служат частичные интервалы длины, а высоты равны плотности распределения. Для построения гистограммы, значения действительных диаметров втулок разбивают на интервалы, при этом необходимо, чтобы размер интервала была бы выше цены деления измерительного прибора [6].

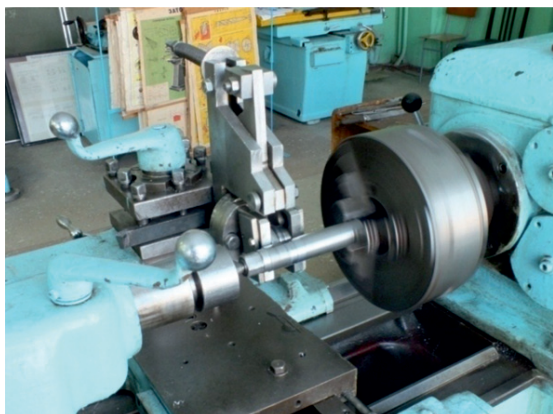


Рис. 1. Обработка втулок ППД

Затем определены среднеарифметическая величина, среднее квадратичное отклонение размеров и, на основе закона нормального распределения случайной величины построена теоретическая кривая распре-

деления. По полученным данным (табл. 3) строились теоретические кривые (рис. 2, а) распределения диаметральных размеров партии втулок после обтачивания. Для облегчения расчетов при построении кривых распределения использовалось программное обеспечение Microsoft Office Excel.

Затем втулки были обработаны одноэлементным обкатником постоянного усилия (рис. 1).

После обкатывания также как и после токарной обработки был произведен обмер втулок (табл. 4). Затем на основе закона нормального распределения случайной величины построены эмпирические кривые распределения и определены среднеарифметическая величина и среднее квадратичное отклонение размеров.

По полученным данным (табл. 5 и 6) строилась теоретическая кривая распределения диаметральных размеров партии втулок после обкатывания.

Таблица 4

Результаты измерения втулок после обработки ППД

№ имз.	X	№ имз.	X	№ имз.	X	№ имз.	X	№ имз.	X
1	33,03	10.	32,95	19.	33,08	28	33,13	37	33,09
2	33,07	11.	33	20.	33,08	29	33,17	38	33,18
3	33,1	12.	33,01	21.	32,98	30	33,16	39	33,16
4	33,13	13.	33	22.	33,03	31	33,18	40	33,14
5	33,13	14.	33,04	23.	33,07	32	33,2	41	33,16
6	33,12	15.	33,01	24.	33,1	33	33	42	33,18
7	33,14	16.	32,9	25.	33,12	34	32,99	43	33,2
8	33,11	17.	33,04	26.	33,08	35	33,04	44	33,2
9	33,14	18.	33,05	27.	33,2	36	33,07	45	32,99

Таблица 5

Распределение действительных размеров после обработки обкатником

Интервал, мм	Середина интервала, мм	Частота m_i	Частность, p_i	Плотность распределения, Y_i
32,87...32,92	32,895	1	0,022	0,444
32,92...32,97	32,945	5	0,111	2,222
32,97...33,02	32,995	11	0,244	4,888
33,02...33,07	33,045	10	0,222	4,444
33,07...33,12	33,095	13	0,288	5,777
33,12...33,17	33,145	5	0,111	2,222
33,17...33,22	33,195	0	0	0

Таблица 6

Данные для построения кривой нормального распределения после обкатывания

Середина интервала, мм	$X_i = a_{icp} - a_{cp}$	$t_i = \frac{X_i}{\sigma}$	$Y' = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}$	$Y_i = \frac{Y'}{\sigma}$
32,895	-0,15411	-2,38988	0,0229	0,355957
32,945	-0,10411	-1,61451	0,1083	1,680936
32,995	-0,05411	-0,83913	0,2805	4,351407
33,045	-0,00411	-0,06375	0,398	6,174949
33,095	0,045889	0,711624	0,309	4,803547
33,145	0,095889	1,487001	0,132	2,048405
33,195	0,145889	2,262378	0,031	0,478844

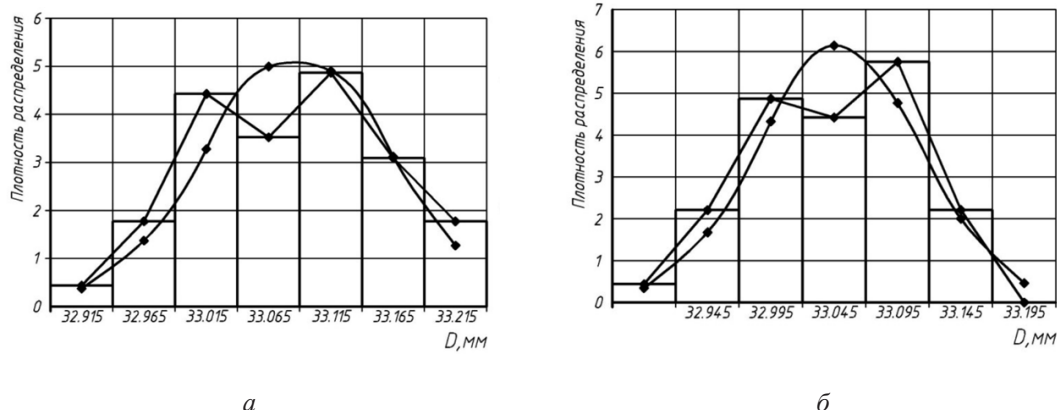


Рис. 2. Кривые распределения а) после токарной обработки, б) после обработки ППД

Как видно из кривых распределения среднеарифметическая величина обточенных диаметров составила $x_{ср} = 33,088$ мм. При этом среднеквадратичная величина отклонения размеров составила $0,253$ мкм. После обкатывания среднеарифметическая величина обкатанных диаметров составила $x_{ср} = 33,05$ мм, а среднеквадратичная величина отклонения размеров составила $0,168$ мкм. Таким образом среднеквадратичная величина отклонения размеров изменилась на 85 мкм. Эта величина и является средней величиной пластической деформации диаметров партии втулок, обработанных ППД. Из этого следует, что обработка втулок, установленных на оправке, обкатыванием одноэлементным обкатником постоянного усилия не повышает качества точности.

Список литературы

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – Москва, 1976. – 278 с.
2. Коновалов Е.Г., Сидоренко В.А. Чистовая и упрочняющая ротационная обработка поверхностей. – Минск: Вышш. школа, 1968. – 364 с.
3. Лаврентьев А.М., Никифоров Н.И. Особенности обработки длинномерных нежестких валов. Инновационные технологии в обучении и производстве: Материалы V Всероссийской научно-практической конференции г. Камышин 4–6 декабря 2008: Т. 2.
4. Маталин А.А. Технология машиностроения: Учебник. 3-е изд., стер.— СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 512 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
5. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник. – М.: Машиностроение, 1987. – 328 с.
6. Хартман К., Лецкий Э., Шефер В., «Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов», перевод с англ., 552 стр., Москва, 1977.
7. Шнейдер Ю.Г. Инструмент для чистовой обработки металлов давлением. – Л: Машиностроение, 1971. – 248 с.