

УДК 621.7.092

И. В. Батинов, кандидат технических наук, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

И. Н. Санников, Сарапульский политехнический институт (филиал) Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОТВЕРДОСТИ ПО ДЛИНЕ ОТВЕРСТИЯ ПОСЛЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ДОРНОВАНИЯ В ЛЕГКОПРЕССОВЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

Исследовано упрочнение после поверхностного дорнования, рассмотрен характер распределения микротвердости по длине отверстия малого диаметра, обработанного с малым натягом, выявлено существование зависимости микротвердости от длины обработанной поверхности.

Ключевые слова: дорнование, микротвердость, малый натяг, сопряжение.

Детали машин контактируют с другими деталями и с внешней средой своими поверхностными слоями. Поэтому повышение механических свойств поверхностных слоев деталей ($\sigma_{0,2}$, σ_b , δ , ψ , КС, износостойкость, коррозионная стойкость, стойкость к эрозии, σ_{-1} , σ_{1C}) и улучшение качества поверхности – характеристики шероховатости, значение и знак остаточных напряжений в поверхностных слоях – имеют большое значение.

Связь между характеристиками качества поверхностного слоя с эксплуатационными свойствами детали свидетельствует о том, что наиболее качественная деталь должна иметь твердую, мелкодисперсную структуру, сглаженную форму микронеровностей. Наиболее распространенные методы окончательной обработки, такие как шлифование, хонингование, доводка, не могут обеспечить все вышеперечисленные свойства в поверхностном слое. Высокое качество поверхностного слоя может быть достигнуто поверхностным пластическим деформированием (ППД). В результате ППД упрочняется поверхностный слой, повышается износостойкость, стойкость к коррозионным воздействиям. Также во многих случаях ППД позволяет повысить запас прочности деталей, работающих при переменных нагрузках, в 1,5-3 раза и увеличить срок службы деталей в десятки раз [1].

Одним из видов поверхностного пластического деформирования является поверхностное дорнование. При поверхностном дорновании на поверхности детали образуется наклеп.

Наклеп объясняется увеличением числа дефектов кристаллического строения в поверхностном слое. Все дефекты кристаллического строения затрудняют движение дислокаций, а следовательно, повышают сопротивление деформации и уменьшают пластичность. Наибольшее значение имеет увеличение плотности дислокаций, так как возникающее при этом

взаимодействие между ними тормозит дальнейшее их перемещение. С самого начала пластической деформации происходит упрочнение металла, связанное со скоплением дислокаций у границ.

Исследование распределения микротвердости в поверхностном слое отверстий в легкопрессовых соединениях является целью исследования.

Образец представляет собой легкопрессовое соединение сердечника из стали У8 и кольца из стали 30. Отверстие после обработки имеет размер $\varnothing 3,6H7$. Компоновка технологической наладки приведена на рис. 1 [2], эскиз исследуемого образца приведен на рис. 2. Предварительный метод обработки – сверление, окончательный – дорнование. Дорнование производилось на прессе мод. 6520 с натягами 0,1 мм, 0,15 мм, 0,2 мм. Микротвердость измерялась на микротвердомере ПМТ-3 под нагрузкой 200 г. Твердость необработанной сердцевины стали 30 156HV (156HV), твердость необработанной сердцевины стали У8 187HV (187HV).



Рис. 1. Компоновка технологической наладки дорнования

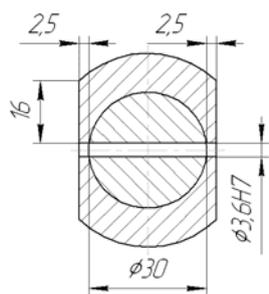
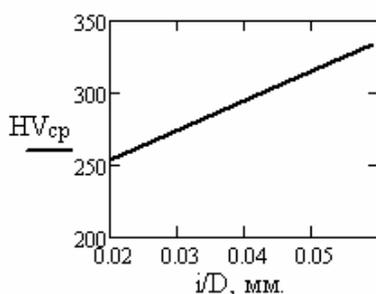


Рис. 2. Эскиз исследуемого образца

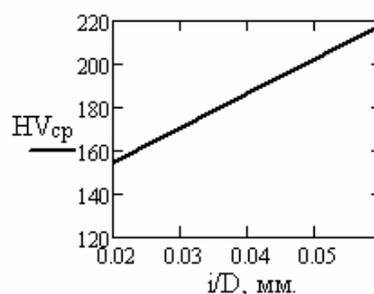
По результатам измерения микротвердости на поверхности отверстия была построена линейная зависимость методом наименьших квадратов [3], отражающая изменение среднего значения микротвердости поверхностного слоя образцов от относительного натяга после обработки стали У8:

$$HV_{cp} = 212,44 + 2067 \frac{i}{D}, \quad (1)$$

где i – натяг, мм; D – диаметр отверстия до обработки, мм.



а



б

Рис. 3. Зависимости между микротвердостью и относительным натягом при дорновании отверстия: а – в сердечнике из стали У8; б – в кольце из стали 30

После обработки стали 30 линейная зависимость имеет вид

$$HV_{cp} = 122,389 + 1604 \frac{i}{D}. \quad (2)$$

Линейные зависимости (1) и (2), отражающие изменение микротвердости, изображены на рис. 3.

При построении эмпирической формулы были использованы статистические параметры, приведенные в таблице.

В данном случае распределение микротвердости по длине отверстия можно описать эмпирической зависимостью, составленной методом наименьших квадратов:

$$HV = 1,02HV_{cp} - 0,375i(2x - l - 1)^2 - \frac{HV_{cp}Di}{2HV_{исх}}(2x - l - 1), \quad (3)$$

где x – расстояние от точки начала обработки, мм; l – длина отверстия, мм; $HV_{исх}$ – исходная твердость материала; HV_{cp} – среднее значение микротвердости, определяется по формуле (1).

Статистические параметры обработки отверстий дорнованием с различными натягами

Параметры	При дорновании с натягом i , мм		
	0,1	0,15	0,2
Сердечник из стали У8			
Минимальное значение микротвердости	154	196	239
Максимальное значение микротвердости	381	405	414
Среднее значение микротвердости	276,761	292,037	339,035
Дисперсия выборки	3077	2357	1705
Среднее квадратическое отклонение	55,47	48,55	41,29
Кольцо из стали 30			
Минимальное значение микротвердости	154	162	185
Максимальное значение микротвердости	208	214	225
Среднее значение микротвердости	170,802	187,139	219,172
Дисперсия выборки	273	346,222	1257
Среднее квадратическое отклонение	16,52	18,6	35,45

Кривые $HV_{0,1}$, $HV_{0,15}$, $HV_{0,2}$ (рис. 4) характеризуют распределение в соответствии с выведенной эмпирической зависимостью, нижние индексы обозначают натяг. Кривая $HV_{ст}$ показывает статистическое распределение микротвердости по длине отверстия, обработанного с натягом 0,1 мм, по 26 точкам. Макси-

мальное отклонение эмпирической кривой от статистической составляет 7,28 %.

В данной статье не исследовалось распределение микротвердости в отверстии кольца, в связи с тем что длина поперечного сечения на сторону недостаточна для построения подобных зависимостей.

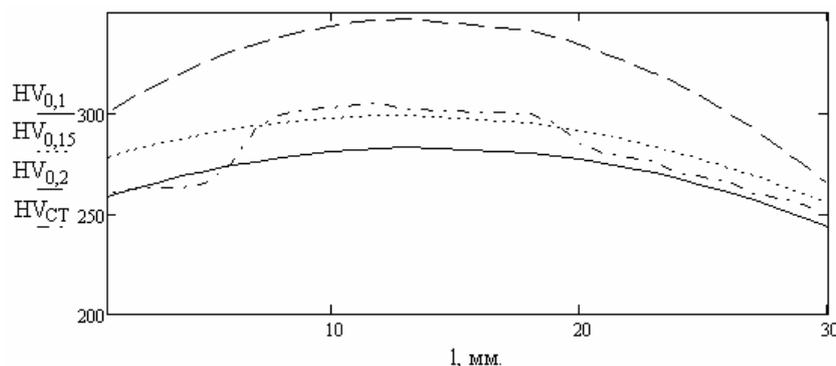


Рис. 4. Распределение микротвердости по длине отверстия

Одним из превалирующих критериев оценки эмпирических зависимостей является соответствие фундаментальным положениям. Исходя из известного положения о том, что сила при дорновании пропорциональна значению твердости [4], можно сделать вывод о правильности выведенной зависимости.

Библиографические ссылки

1. *Одинцов Л. Г.* Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием : справочник. – М. : Машиностроение, 1987. – 328 с. : ил.

2. *Батинов И. В., Пузанов Ю. В.* Исследование точности финишной обработки глубоких отверстий малого диаметра // Новые материалы в технологии машиностроения : сб. науч. тр. – Брянск : БГИТА, 2009. – Вып. 10. – С. 7–9.

3. *Румицкий Л. З.* Математическая обработка результатов эксперимента : справочное пособие. – М. : Наука, 1971. – 192 с. : ил.

4. *Розенберг А. М., Розенберг О. А.* Механика пластического деформирования в процессах резания и деформирующего протягивания. – Киев : Наук. думка, 1990. – 320 с. : ил.

I. V. Batinov, PhD in Engineering, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

I. N. Sannikov, Sarapul Polytechnic Institute (branch), Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Study of Micro-hardness Distribution Along the Length of the Hole after Surface Burnishing in Light-Press Joints

Hardening after surface burnishing is investigated, micro-hardness distribution along the length of low diameter holes machined with low interference is considered, the influence of the micro-hardness on the length of the machined surface is revealed.

Key words: burnishing, micro-hardness, low interference, joint.

УДК 623.4.01

М. Е. Драгунов, кандидат технических наук, доцент, ОАО «Ижевский механический завод»

А. Л. Конышев, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

ПРЕДЕЛЫ ПРИМЕНИМОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ УЗЛА ЗАПИРАНИЯ РУЖЕЙ С ОТКИДЫВАЮЩИМИСЯ СТВОЛАМИ

Приводятся результаты натурного эксперимента, позволяющего определить реальные нагрузки, действующие на узел запирания охотничьего ружья с вертикальным расположением стволов МР-234, а также дается оценка применимости нескольких существующих на сегодняшний день методик оценки прочности этого узла, в основе которой лежит сравнение расчетных и экспериментальных данных.

Ключевые слова: оружие, инерционные нагрузки, отдача, узел запирания.

«Узел запирания – устройство, предназначенное для ограничения смещения зеркала затвора и казенного среза ствола в момент выстрела, вызываемого действием давления пороховых газов на дно и скаты гильзы» [1].

Основным противоречием современного стрелкового оружия является противоречие между транспортабельностью (необременительной переноской образца и его оперативной маневренностью) и эффективностью стрельбы (воспринимаемой стрелком отдачей и кучностью боя). В частности, оно выража-