

2. Если располагать средства измерений по принципу увеличения погрешности, то их стоимость не будет изменяться плавно, а будет носить скачкообразный характер, имеющий тенденцию к снижению.

3. Иногда встречаются средства измерений, у которых величины погрешности и стоимости меньше или равны аналогичным величинам для базового средства измерений (особенно это справедливо при использовании различных физических принципов измерений).

В ремонтном производстве с точки зрения измерений существует ряд отличий от измерений в машиностроении и автомобилестроении. Одна и та же методика и одни и те же средства измерения применяются как для контроля изношенных, так и для контроля новых и отремонтированных деталей. Методика оценки качества измерений позволит определить приемлемость рекомендуемых в нормативной документации методов и средств измерений на различных этапах технологического процесса капитального ремонта двигателей.

С позиции применяемых средств измерений в машиностроении и при ремонте машин наблюдается значительное расхождение из-за различной программы производства и серийности. Машиностроительное производство в подавляющем большинстве случаев — это крупносерийное и массовое

производство, где применяются контрольные автоматы, измерительные машины и комплексы. Ремонтное производство — это единичное или мелкосерийное производство, где применяются универсальные или специальные средства измерений.

Актуальность указанных проблем указывает на необходимость разработки специальной методики оценки качества измерительных процессов применительно к ремонтному производству.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. — 32 с.
2. ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. — 52 с.
3. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие / О.А. Леонов, В.В. Карпузов, Н.Ж. Шкаруба, Н.Е. Кисенков — М.: КолосС, 2009. — 568 с.
4. ГОСТ Р 51814.5-2005. Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Анализ измерительных и контрольных процессов. — М.: Стандартинформ, 2005. — 54 с.
5. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Алгоритм выбора средств измерений для контроля качества по технико-экономическим критериям // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Агроинженерия. — 2012. — Вып. 2 (53). — С. 89–91.

УДК 621.629.3; 669.54.793

С.К. Тойгамбаев, канд. техн. наук

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

П.В. Голиницкий

Московский государственный университет природообустройства

РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ПРИ ОБЖАТИИ

Бронзовые подшипниковые втулки находят широкое применение в сельскохозяйственных и мелиоративных машинах. Благодаря специфическим свойствам, бронзовые подшипниковые втулки наилучшим образом зарекомендовали себя в узлах, работающих при значительных нагрузках, переменных по величине и направлению, а также при работе в особых условиях — в воде, агрессивных средах, в узлах, которые работают при высоких скоростях скольжения. В конструктивном исполнении бронзовые подшипниковые втулки имеют самые различные формы. Наиболее часто — это цилиндрические втулки с гладкими наружными и внутренними поверхностями. Диаметры бронзовых втулок колеблются от 20 до 250 мм, а их масса от 70 г до 8,2 кг [1–4].

Для проведения размерного анализа были выбраны подшипники, изготовленные из бронзы Бр05Ц5С5 ГОСТ 613–79 с толщиной стенки 4 мм. Форма и размеры, которых представлены на рис. 1.

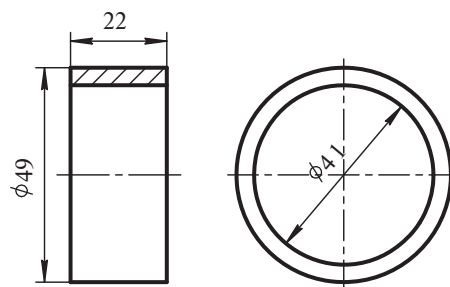


Рис. 1. Схема образца

При эксплуатации сельскохозяйственных и мелиоративных машин происходит износ рабочей поверхности бронзовых втулок, который рекомендуют подразделять на 3 категории исходя из его величины на диаметр:

- 1 — втулки, работоспособность которых прекращается при износе до 0,1 мм;
- 2 — втулки, теряющие работоспособность при износе до 2,0 мм;
- 3 — втулки с износом более 2,0 мм.

Для проведения размерного анализа были выбраны бронзовые втулки, относящиеся ко второй и третьей категории с величинами износа: 1, 2, 3, 4 мм на диаметр. Восстановление внутренних диаметров втулок производилось путем продавливания через матрицы (рис. 2) с меньшими внутренними диаметрами $D_{\text{пласт}}$, соответствующих износам, на установке, схема которой представлена на рис. 3. При проведении обжатия снимались показания давления на прессе, а также проводились измерения внутренних и наружных диаметров до и после обработки, соотношения этих показателей представлено в таблице.

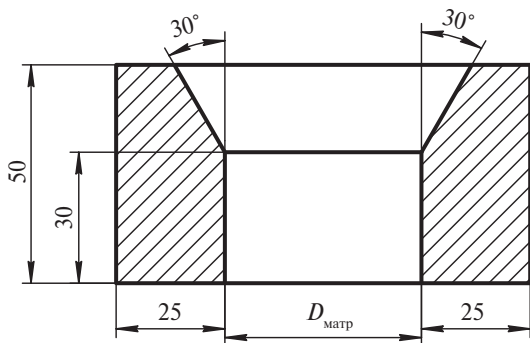


Рис. 2. Схема матрицы

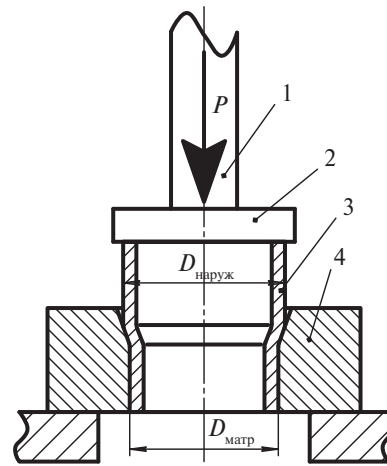
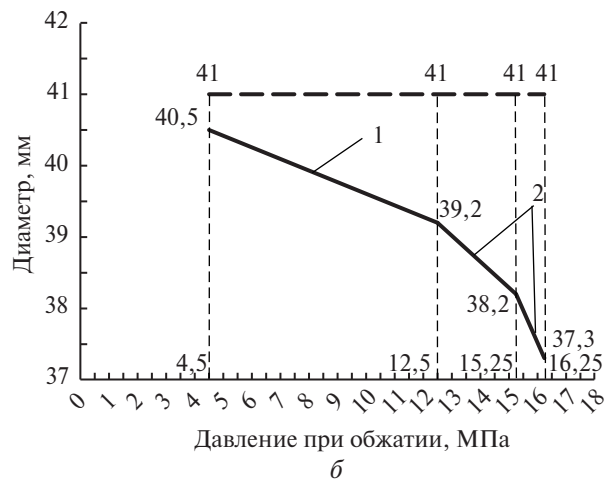
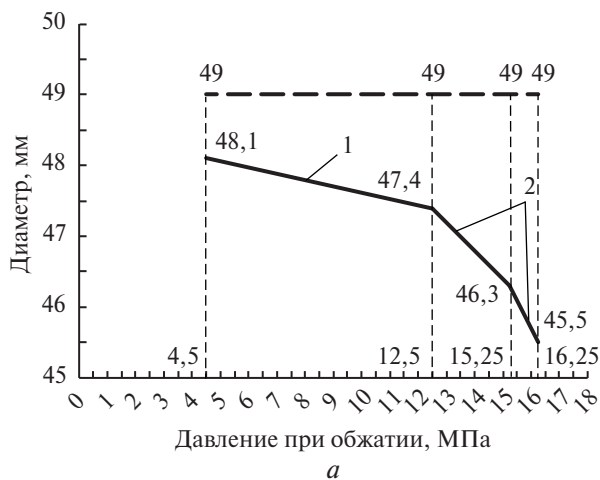


Рис. 3. Схема установки объемного обжатия:
1 — шток пресса; 2 — оправка; 3 — втулка; 4 — матрица



--- Исходные диаметры — Диаметры после обработки

Рис. 4. Наружные (а) и внутренние (б) диаметры до и после обжатия

По данным приведенным в таблице, были построены графики, показанные на рис. 4а, б, отображающие зависимости размеров диаметров от суммарного давления при обработке. Графики можно разделить на 2 зоны: 1 — зона изменения диаметров под воздействием давления с протеканием упругопластических деформаций; 2 — зона изменения диаметров под воздействием давления с протеканием пластических деформаций. При этом изменения внутреннего и наружного диаметров при одинаковом суммарном давлении обжатия происходит на разную величину (рис. 5).

Проанализировав графики изменения диаметров, показанных на рис. 6, можно сделать вывод, что при увеличении суммарного давления изменения диаметров возрастают по экспоненте. Также стоит отметить, что при суммарном давлении, равным 4,5 МПа, наружный диаметр уменьшился на большую величину, чем внутренний, что свидетельствует об упругопластической деформации.

Изменения внутренних диаметров до и после обработки

| | | | | | | | | |
|---|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|
| Суммарное давление при обжатии, МПа | 16,25 | | 15,25 | | 12,5 | | 4,5 | |
| Диаметр матрицы | 45 | | 46 | | 47 | | 48 | |
| Диаметр втулок | Наружный | Внутренний | Наружный | Внутренний | Наружный | Внутренний | Наружный | Внутренний |
| Исходный диаметр | 49 | 41 | 49 | 41 | 49 | 41 | 49 | 41 |
| После обработки | 45,5 | 37,3 | 46,3 | 38,2 | 47,4 | 39,2 | 48,1 | 40,5 |
| Изменение размера | 3,5 | 3,7 | 2,7 | 2,8 | 1,6 | 1,8 | 0,9 | 0,5 |
| Изменение размера, % | 7,1 | 9,0 | 5,5 | 6,8 | 3,3 | 4,4 | 1,8 | 1,2 |
| Величина возврата наружного диаметра втулки, мм | 0,5 | | 0,3 | | 0,4 | | 0,1 | |

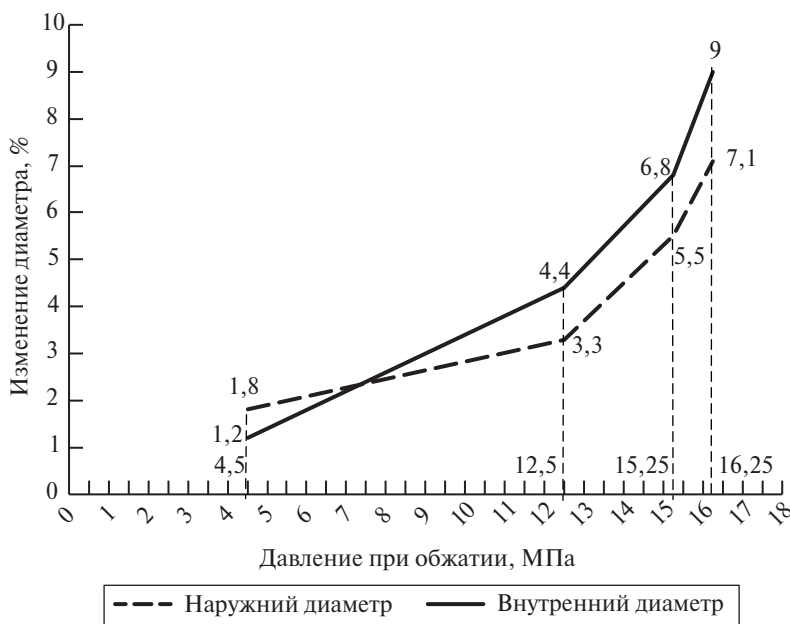


Рис. 5. Зависимость изменения диаметра, %, от давления при обжатии

Выводы

В результате эксперимента можно заметить, что наибольшая эффективность при восстановлении бронзовых втулок подшипников скольжения достигается при пластической деформации.

Также необходимо помнить об структурных изменениях, возникающих при сильных пластических деформациях, поэтому наиболее оптимальным для восстановления втулок с данными размерами является интервал от 12,5 до 15,25 МПа, что соответствует диаметрам матриц 46 и 47 мм (см. рис. 5).

Список литературы

1. Аверкин Ю.А. Исследования обжима полых цилиндрических заготовок // Инженерные методы расчета процессов обработки металлов давлением: сб. науч. трудов. — М.: Машгиз, 1957. — С. 167–190.
2. Полухин П.И. Технология процессов обработки металлов давлением. — М.: Metallurgy, 1988. — 408 с.
3. Аверкиев Ю.А. Об определении наибольшей степени деформации при обжиме пустотелых цилиндрических заготовок в конической матрице // Кузнечно-штамповочное производство. — 1966. — № 11. — С. 19–22.
4. Интенсификация процесса обжима полых цилиндрических заготовок / А.Г. Пашкевич, В.И., Глазков В.И. Ершов, М.Ф. Каширин // Кузнечно-штамповочное производство. — 1976. — № 3. — С. 36–39.

УДК 621.8

О.Г. Кокорева, канд. техн. наук

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ УПРОЧНЕНИИ СТАТИКО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКОЙ

Решение задачи определения контактных напряжений и деформаций необходимо для исследования прочности деталей в местах их взаи-

модействия (контакта) при передаче усилий от одного элемента конструкции другому. Рассмотрим постановку контактной задачи. Два тела из од-