

УДК 621.9.048.6

## ВЫБОР МЕТОДА ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ШАТУННО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВС

Бычков Н.В; Кудашев А.В.

Новосибирский государственный технический университет,  
г.Новосибирск

*buchon93@mail.ru; hit\_108@mail.ru*

### Введение

Безотказность и долговечность работы двигателей автомобилей в большей степени определяется качеством изготовления отдельных его деталей. В зависимости от эксплуатационных условий детали двигателя можно разделить: на детали, работающие на износ и на усталость при циклических нагрузках. В процессе длительного механического, теплового и химического воздействия, в поверхностных слоях деталей двигателя изменяется структура и физико-механические свойства металлов. Ухудшение физико-механических свойств и изменение структуры приводит к повышению износа и образованию микротрещин, которые в конечном итоге, приводят к нарушению работоспособности отдельных сопряжений и механизмов [3].

Поршень двигателя внутреннего сгорания работает в сложных условиях. Наиболее подвержены износу торцевые поверхности канавок под кольца и юбка поршня. Подавляющее большинство бензиновых и дизельных двигателей автомобильного типа снабжается поршнями, изготовленными из алюминиевых сплавов. Основу их составляет алюминий, сплавленный с медью (6—12%) или кремнием (до 23%).

Шатун воспринимает усилие со стороны газов при рабочем ходе от поршневого пальца и передает его кривошипу коленчатого вала, а также обеспечивает перемещение поршневой группы при совершении промежуточных процессов (тактов).

Для изготовления шатунов бензиновых двигателей используются углеродистые или легированные стали 45, 45Г2, 40Г, 40Х, 40ХН, 40Р, а для дизельных двигателей — высокопрочные легированные стали 18Х2Н4МА, 18Х2Н4ВА, 40ХНЗА, 40Х2МА и др. [3].

В большинстве случаев, разрушение деталей шатунно-поршневой группы начинается с поверхностного слоя. Наиболее благоприятными методами обработки деталей, работающих в условиях износа и усталостного нагружения, являются методы поверхностного пластического деформирования. Эти методы относятся к упрочняющей-чистовой обработке.

## 1.Методы поверхностного пластического деформирования

При ППД пластически деформируется только поверхностный слой металла. Обработка ППД имеет ряд преимуществ по сравнению с обработкой со снятием стружки (точением, шлифованием и др.): сохраняется целостность волокон металла, и образуется мелкозернистая структура-текстура в поверхностном слое; отсутствует шаржирование обрабатываемой поверхности; возможна обработка как пластичных металлов (отожженных сталей, цветных сплавов), так и закаленных сталей; высота микронеровностей уменьшается за один рабочий ход в несколько раз; в поверхностном слое создаются благоприятные остаточные напряжения сжатия и т.д. В результате при использовании ППД резко повышаются такие показатели качества, как сопротивление усталости, износостойкость, контактная выносливость и др. При этом, как правило, заметно повышается производительность труда финишных операций, и достигается значительный экономический эффект [5].

Среди множества способов поверхностного пластического деформирования был выбран метод ультразвукового упрочнения.

Ультразвуковое упрочнение можно разделить на виды: с жестко закрепленным индентором [5,7], перемещения по детали , которого реализуется с использованием станка, например, токарного [6]; и упрочнение свободно летящими шариками, получающими энергию от стакана, колеблющегося с ультразвуковой частотой [6]. Для обработки детали сложного профиля, рационально использовать ультразвуковое упрочнение свободными шариками в ультразвуковом стакане [6]. Сущность данного метода заключается в воздействии ультразвуковых колебаний на шарики, которые, колеблясь между стенками стакана и деталью, пластически её деформируют. Его основные преимущества по сравнению с другими методами ППД, следующие: – большая скорость шариков, приводимых в движение ультразвуковым резонатором, что обеспечивает высокую производительность процесса; – равномерное упрочнение поверхности всей детали, имеющей сложную форму [2,5,7].

## 2.Описание работы установки

Установка (рис.1), состоит из стакана изготовленного из титанового сплава, крышки, магнитострикционного преобразователя, генератора УЗГ5-4.0/18. Ультразвуковой генератор вырабатывает электрические колебания ультразвуковой частоты, которые магнитострикционный преобразователь преобразует в продольные механические колебания.

### *Описание работы установки:*

Деталь 2 помещается внутрь стакана 1 (подвешивается к крышке), в котором находится стальные шарики. При включении Узг 6 электрические высокочастотные колебания преобразуются в механические продольные колебания магнитострикционным преобразователем 4 , к торцу которого подключен стакан. Стакан преобразует исходные продольные колебания в изгибные колебания стенок. Колебающиеся дно и стенки сообщают шарикам энергию обеспечивающую их движение (колебание) со скоростью 50м/с.

Кинетическая энергия шариков расходуется на деформирование поверхностного слоя детали. Потеря шариками кинетической энергии восполняется от колебаний стенок дна стакана.

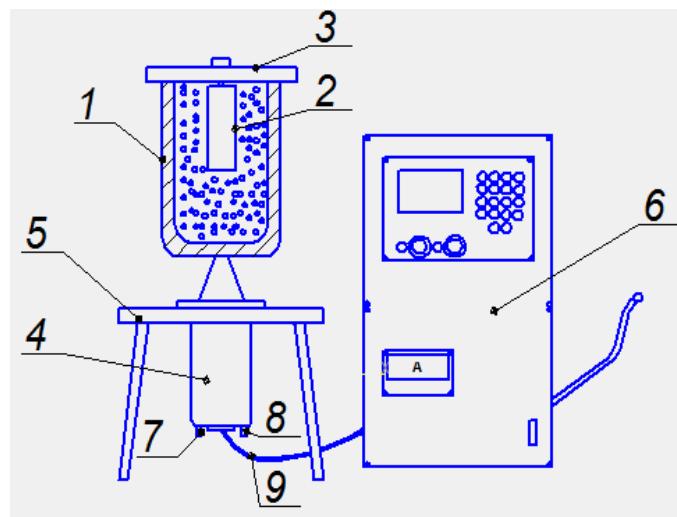


Рисунок 1- Схема установки:

1-стакан;2-обрабатываемая деталь;3-крышка;4-магнитострикционный преобразователь;5-корпус;6-ультразвуковой генератор;7-подвод воды;8-выход воды;9-электрокабель.

#### 4.Материалы и методы исследования

В работе использовались образцы шатуна из стали 45, и силуминового сплава поршня. Обработка производилась в ультразвуковом стакане стальными шариками диаметром 1мм. Время обработки каждой детали составляло 3 минуты. Шероховатость поверхность измерялась с помощью профилографа профилометра (модель 252).Среднее значение Ra определялось по 10 измерениям.

#### 3.Результаты и обсуждения

В результате оценивалась шероховатость обработки. Полученные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1.

| Деталь  | До обработки (мкм) | После обработки (мкм) |
|---------|--------------------|-----------------------|
| Поршень | 1.85               | 1.63                  |
| Шатун   | 1.84               | 1                     |

Профилограммы исходной и обработанной поверхности шатуна приведены на рисунках (2;3), поршня - на рисунках (4;5). Из полученных профилограмм видно, что после обработки в ультразвуковом стакане шероховатость формируется без острых впадин, которые часто служат местом зарождения усталостной трещины.

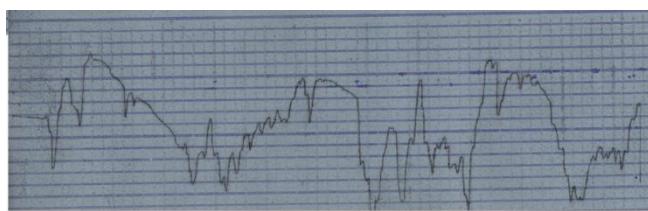


Рис.2. Профилограмма образца (шатун)  
до обработки

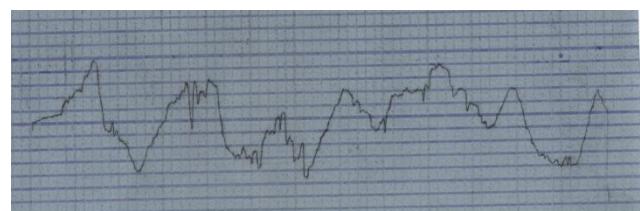


Рис.3. Профилограмма образца  
(шатун) после обработки

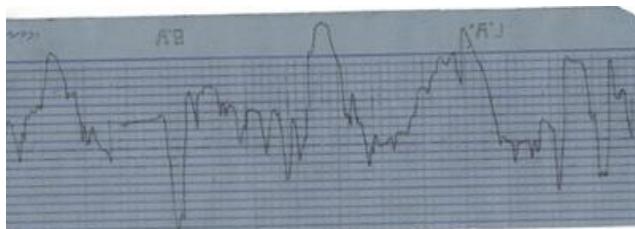


Рис.4. Профилограмма образца (поршень)  
до обработки

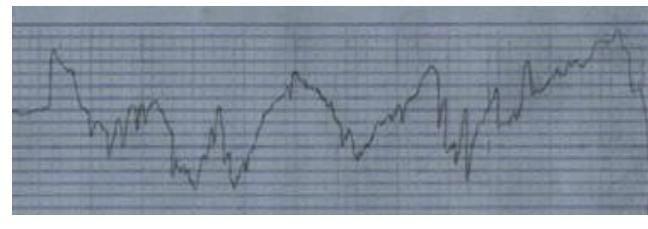


Рис.5. Профилограмма образца  
(поршень) после обработки

Вертикальное увеличение: 5000  
Горизонтальное увеличение: 100

Выводы: в результате обработки в ультразвуковом стакане на детали создаётся равномерно обработанная поверхность с остаточным напряжением сжатия. Полученная шероховатость препятствует зарождению усталостной трещины. На деталях формируется специфичный рельеф с большими радугами вершин и впадин.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рахимянов Х.М., Семенова Ю.С. Прогнозирование геометрическое состояние поверхности цилиндрических деталей из стали 45 при ультразвуковом поверхностном пластическом деформировании // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2011. №3. С.11-17.
- 2.Х.М. Рахимянов. Теоретические основы комбинирования высокоинтенсивных термических и деформационных процессов в поверхностной обработке: автореф. дис. ... д-ра. техн. наук.-Тула,1998,40с.
3. Дмитриевский А.В. Автомобильные бензиновые двигатели. Руководство по ремонту и эксплуатации. 2003.-128с.
4. Rakhimyanov Kh.M., Rakhimyanov K.Kh., Eremina A.S. Modeling of deformation processes for conditions of ultrasonic frequency impulse impact on the surface layer of metals and alloys// Applied Mechanics and Materials.2015. Vol. 788. P.
5. Казанцев В. Ф. Ультразвуковое поверхностное пластическое деформирование / В. Ф. Казанцев. Б. А. Кудряшов, Р. И. Нигметзянов, В. М. Приходько, Д.С.Фатюхин // Журнал Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета Выпуск № 46 / 2009.
6. Гилета В.П. Обработка шеек коленчатых валов ультразвуковым инструментом / В.П. Гилета, В.Б. Асанов, А.И. Безнедельный // Новые материалы и технологии в машино-

строении. Сборник науч. тр. по итогам межд. науч.-технич. конф.. Выпуск 7.-Брянск:БГИТА, 2007.-С.8-12.

7.Гилета В.П. Технологические возможности поверхностного пластического деформирования с использованием ультразвуковых колебаний / В.П. Гилета, В.Б. Асанов, А.И. Безнедельный // Труды межд. науч.-практ. конф. "Инженерия поверхностного слоя деталей машин", Кемерово, 2009. - С.75-79.