

УДК 629.081

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА  
ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ЗА СЧЕТ РАЗРАБОТКИ  
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВТУЛКИ ВЕРХНЕЙ ГОЛОВКИ  
ШАТУНА**

**Сергей Сергеевич Демаков**

студент

DemaSS@mail.ru

**Алексей Александрович Бахарев**

кандидат технических наук, доцент

BakharevAlex@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

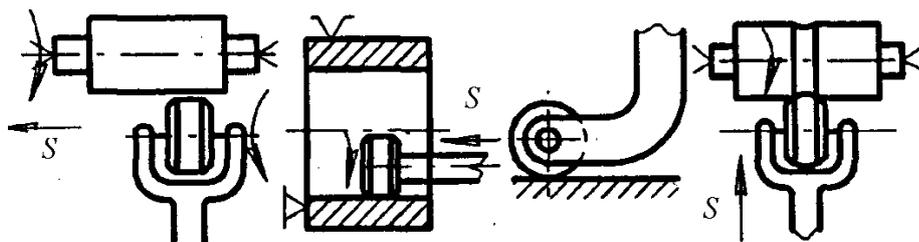
**Аннотация.** В статье рассмотрен анализ методов капитального ремонта двигателей внутреннего сгорания и устройств применяемых для ремонта цилиндро-поршневой группы. Выявлены основные достоинства и недостатки рассмотренных устройств, а также разработана новая конструкция приспособления для обработки втулки верхней головки шатуна.

**Ключевые слова:** ремонт, стенд, двигатель внутреннего сгорания, цилиндро-поршневая группа, шатун, втулка.

Поверхностно-пластическое деформирование (ППД) – один из наиболее простых и эффективных технологических путей повышения работоспособности и надежности изделий машиностроения.

Главными преимуществами данного метода является возможность получить с большой точностью нужную шероховатость. Чаще всего используются методы раскатывания роликовыми приспособлениями или обкатывание шариковыми приспособлениями поверхностей различных форм и материалов начиная от цветных сплавов и заканчивая чугуном. Примеры применения подобных способов ППД представлены на рисунке 1. [1, 2, 3]

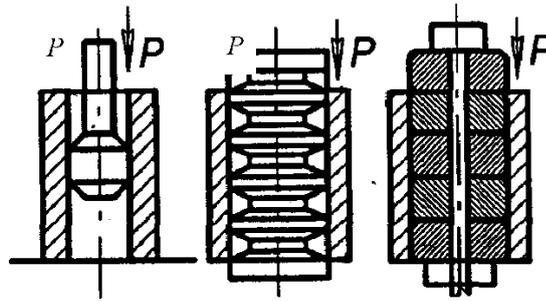
Внутренние цилиндрические поверхности, кроме рассмотренных операций раскатывания, пластически деформируют путем прошивания и протягивания выглаживающими прошивками и протяжками (дорнование) и шариками. Схемы обработки отверстий дорнованием приведены на рисунке 2.



а – поверхности форма которых близка к цилиндру; б – поверхность форма которой близка к плоскости; в – поверхности различных форм отличных от стандартных

Рисунок 1 - Схемы применения способов ППД

После запрессовки втулки в отверстие поршневой головке необходимо произвести либо дорнование втулки, либо раскатывание для обеспечения полного контакта втулки с отверстием шатуна. Применение дорнов на этой операции затруднительно, т.к. втулки имеют разную толщину стенок, дорн активно изнашивается, их нужно иметь большое количество даже для обработки одного диаметра [4].



а – однозубым дорном; б – многозубым дорном; в – многозубым составным дорном

Рисунок 2 - Схемы дорнования отверстий

Цель расточки – обеспечение стабильного припуска под операцию алмазного развертывания и обеспечение требований по параллельности и скрещиванию осей большого и малого отверстий, межцентрового расстояния. Расточка отверстия в малой головке производится на установке «Прецизион ШМ» с базированием шатуна на ось большого отверстия [5].

Переход с одного диаметра на другой производится сменой расточной оправки и сменой зажимной оправки с настройкой межцентрового расстояния в течение 5 мин.

Отверстие растачивается с припуском под финишную операцию от 0,01мм до 0,04 мм. Окончательная обработка отверстия с целью обеспечения минимально допустимого зазора с поршневым пальцем, производится регулируемой, по диаметру алмазной разверткой, на токарном станке любой модели. [6]

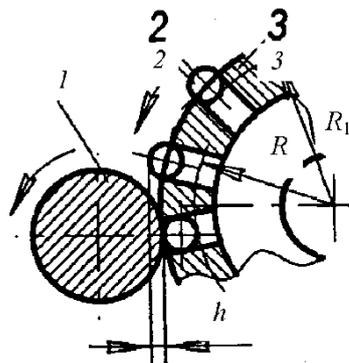
Алмазные развертки имеют возможность регулировки диаметра в диапазоне 0,15 мм с точностью 1 мкм, например, алмазной разверткой Ш25 возможно обработать отверстие Ш24,98 до Ш25,15.



Рисунок 3 – Схема хонингования верхней головки шатуна алмазной головкой

При больших объемах ремонта шатунов разработана хонголовка для хонингования отверстий в малой головке шатуна. Хонголовка имеет встроенный механизм разжима, регулятор диаметра обрабатываемого отверстия с точностью 5 мкм. Хонингование производится на токарном станке любой модели.

Также вместе с вышеперечисленными методами достаточно часто используют метод центробежный (инерционный), в котором для упрочнения применяется центробежная сила перекатывающихся роликов, которые свободно установлены в отверстиях радиальной формы вырезанные в диске вращающимся с большой скоростью. Схема данного метода показана на рисунке 4.



1- заготовка; 2- шарик или ролик; 3- диск

Рисунок 4 - Схема центробежное (инерционное) упрочнение

Обработку отверстий головки шатуна можно осуществить двухшпиндельным приспособлением для растачивания головок шатунов.

В настоящее время все большее и большее внимание уделяется финишной обработке поверхностей, если рассмотреть это явление на примере финишной обработки втулки верхней головки шатуна, то можно заметить, что все большее применение находит такой вид обработки как дорнование, так как по сравнению с расточкой или развертыванием втулки верхней головки данный способ позволяет упрочнять поверхность втулки на 30-50 НВ. Но, однако, данный способ кроме своих положительных характеристик имеет и свои недостатки – высокая шероховатость поверхности, неприемлемое

расположение рисок после обработки, сложность и недолговечность инструмента. Кроме всего прочего дорнование дает трудно предсказуемый размер между осями верхней и нижней головки шатуна. Поэтому была произведена разработка многороликовой регулируемой раскатки для финишной обработки втулки верхней головки шатуна двигателя. [7, 8]

Данная многороликовая регулируемая раскатка позволяет обрабатывать отверстия диаметром с большой точностью, одновременно упрочняя поверхностный слой. Кроме всего прочего данная раскатка существенно повышает производительность труда по сравнению с обработкой втулки верхней головки шатуна на горизонтально-расточном станке. [9]

В верхнее отверстие головки шатуна запрессовывают ремонтную втулку, изготовленную из бронзы БрОЦС 5-5-5 (ГОСТ 61.3—65).

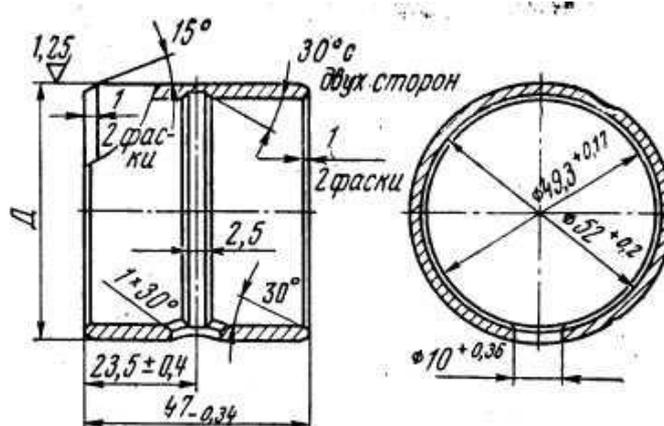
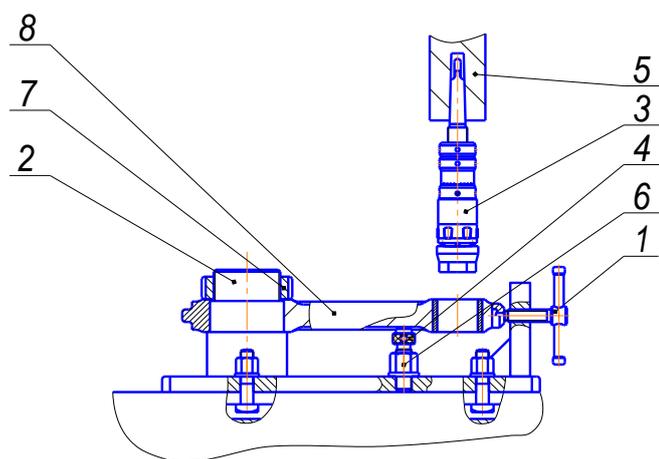


Рисунок 5 - Ремонтная втулка верхней головки шатуна

На рисунке 6 представлен общий вид приспособления, которое структурно состоит из трех составных частей – установочное приспособление (поз. 2), регулируемая раскатка (поз. 3) и фиксирующего винта (поз 1.)



1 – фиксирующий винт; 2 – установочное приспособление; 3 – раскатка регулируемая;  
4 – опора высотная; 5 – шпиндель станка 2Н135; 6 - контргайка опоры высотной; 7 – гайка  
установочная; 8 – шатун

*Рисунок 6 - Приспособление для обработки втулки верхней головки шатуна*

В качестве силовой установки могут быть использованы и вертикально-сверлильные станки марок 2Н125, 2А125, 2135.

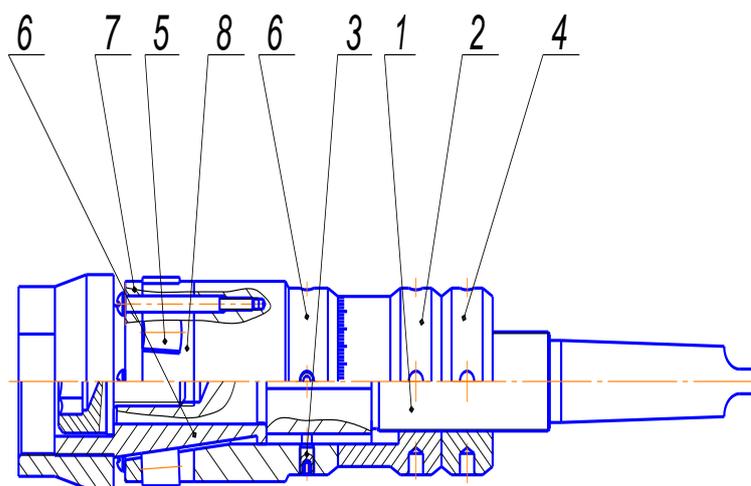
Установочное приспособление базируется на столе вертикально - сверлильного станка четырьмя болтами. Причем при установке установочного приспособления на столе выверку ведут по эталонному шатуну.

Установка шатуна на установочное приспособление производится следующим образом: в начале шатун, подготовленный к раскатке (в верхнюю головку установлена и предварительно расточена втулка до размера на 0,1мм меньше искомого), с затянутыми шатунными болтами (момент 245 Н·м) устанавливается на ось установочного приспособления и гайка 7 предварительно затягивается моментом 50 Н\*м, затем затягивается фиксирующий винт 1. После этого с моментом 40 Н\*м вывинчивается высотная опора до соприкосновения с шатуном. После этих операций гайка 7 затягивается окончательно моментом 120 Н·м.

После того как произведена установка шатуна в приспособлении проводится проверка соосности установки по средствам установочной гайки, которая имеет посадочный конус в 150. При наличии зазоров

между посадочным конусом операции по установке на столе вертикально-сверлильного станка необходимо повторить.

Многороликовая раскатка (рисунок 7) работает следующим образом: центральный вал (позиция 1) приспособления имеет конусный хвостовик с инструментальным конусом Морзе №2 по средствам которого крепится и передает вращающий момент вертикально-сверлильного станка. Регулировка необходимого размера производится вращением регулировочной гайки (поз. 2) на которой нанесены размерные штрихи. Вращательное движение регулировочной гайки преобразуется по средствам резьбы на валу и в гайке в его поступательное движение, которое передается на корпус. Корпус имеет уже только поступательное движение, вращательное движение отсутствует благодаря тому, что имеются четыре установочных винта (поз. 3), которые работают как шлицы, кроме этого установочными винтами происходит фиксация заданного размера. Для того чтобы исключить возможность изменения размера в процессе раскатки дополнительно производится фиксация регулировочной гайки контргайкой (поз. 4) непосредственно раскатка производится шестью роликами (поз. 5), которые расположены в сепараторе.



1 – вал; 2 – регулировочная гайка; 3 – установочные винты; 4 – контргайка; 5 – конические ролики; 6 – коническая втулка; 7 – фланец; 8 – сепаратор

Рисунок 7 - Схема регулируемой раскатки

Раскаточные ролики выполнены в виде конуса, и расположены таким образом, что образующая раскатывающая втулку параллельна ее оси, а вторая направляющая находится под углом 60 к ее оси и опираются на коническую втулку (поз. 6) напрессованную на вал. При осевом перемещении роликов будет изменяться и раскатываемый диаметр.

Необходимо учесть, что раскатка производится только в одном направлении движения инструмента, потому как если производить раскатку при движении инструмента вверх, то ролики, установленные с осевым зазором между фланцем (поз. 7) и сепаратором (поз. 8) будут иметь некоторый ход по конической втулки и тем самым будет происходить дополнительное (неучтенное измерительной системой инструмента ) перемещение роликов в радиальном направлении.

#### **Список литературы:**

1. Эйдзен Н.А., Абросимов А.Г. Анализ камер сгорания дизельных двигателей // Наука и Образование. 2021. Т.4. №2.
2. Эйдзен Н.А., Абросимов А.Г. Анализ способов диагностирования механизма газораспределения двс // Наука и Образование. 2022. Т.5. №2.
3. Шатилов О.И., Алехин А.В. Перспективы развития искрового зажигания двс // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 4. С.8.
4. Скоркин А.С., Алехин А.В. Пути повышения эффективности системы питания искровых двигателей // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 4. С.9.
5. Алехин Р.В., Бахарев А.А. Пути повышения эффективности ремонтов автомобильного транспорта // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 3
6. Фирсов П.В., Эйдзен Н.А., Алехин А.В. современные системы управления механизмами газораспределения двигателя внутреннего сгорания // Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 4 С. 121
7. Устименко С.Н., Бахарев А.А. Пути повышения ремонта двигателей внутреннего сгорания тракторов // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 3

8. Эйдзен Н.А., Абросимов А.Г. Изменения технического состояния элементов мгр двс в процессе эксплуатации // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 2

9. Бахарев С.А., Бахарев А.А. Повышение эффективности ремонта тормозного цилиндра 2ТЭ116 // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2

**UDC 629.081**

**INCREASING THE EFFICIENCY OF THE OVERHAUL OF  
INTERNAL COMBUSTION ENGINES THROUGH THE DEVELOPMENT  
OF A DEVICE FOR PROCESSING THE BUSHING OF THE TOP HEAD OF  
THE ROD**

**Sergey S. Demakov**

student

DemaSS@mail.ru

**Alexey A. Bakharev**

candidate of technical sciences, associate professor

BakharevAlex@mail.ru

Michurin State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Annotation.** The article considers the analysis of methods for the overhaul of internal combustion engines and devices used to repair the cylinder-piston group. The main advantages and disadvantages of the considered devices are revealed, and a new design of a device for processing the bushing of the upper head of the connecting rod is developed.

**Key words:** repair, stand, internal combustion engine, cylinder-piston group, connecting rod, bushing.

Статья поступила в редакцию 05.09.2023; одобрена после рецензирования 16.10.2023; принята к публикации 27.10.2023.

The article was submitted 05.09.2023; approved after reviewing 16.10.2023; accepted for publication 27.10.2023.