

5. Максимов Ю.В. Повышение производительности обработки штоков пневмо- и гидроцилиндров за счет усовершенствования устройства для комбинированной обработки резанием и поверхностным пластическим деформированием / Реферируемый журнал «Известия МГТУ «МАМИ», №2 (14), Т.2, 2012.

Гибкая технология изготовления кованных поршней в мелкосерийном производстве

к.т.н. Поседко В.Н. Шibaев О.В.

Университет машиностроения, Москва
8-9161 274043 Vladimir.Posedko@yandex.ru

Аннотация. Приводятся сведения о назначении, особенностях конструкции, работы и преимуществах кованных поршней, а также процессе изготовления заготовок и механической обработки таких поршней.

Ключевые слова: кованный поршень, изотермическая штамповка, заготовка, надёжность, долговечность, механическая обработка

Созданное на базе кафедры «Технология машиностроения» ООО «НПП Автотехнология - МАМИ» освоило мелкосерийный выпуск кованных поршней (хотя правильнее назвать процесс изготовления заготовки не ковкой, а изотермической штамповкой). Кованные поршни дороже литых, но они имеют ряд неоспоримых преимуществ: стойкость к тепловым и ударным нагрузкам, твердость, долговечность, надежность. Термоциклическая стойкость таких поршней в 5 раз выше, чем литых.

Поршень двигателя внутреннего сгорания (рисунок 1) – одна из самых сложных и ответственных (нагруженных) деталей.



Рисунок 1. Поршень двигателя автомобиля ВАЗ

Инерционные силы, возникающие в кривошипно-шатунном механизме при работе двигателя, увеличивают механические потери, снижают мощность, ресурс и максимальные обороты двигателя. По этой причине поршни современных высокооборотных двигателей изготавливаются из алюминиевых сплавов. Твердость алюминиевого сплава после литья и закалки находится в пределах 85...95 единиц по шкале Бринеля, для форсированных бензиновых двигателей или для дизелей этого недостаточно. Твердость кованных поршней, изготовленных из предварительно деформированных высококремнистых алюминиевых материалов АК4, АК12Д, (содержание кремния 10...12%), АК18Д (содержание кремния 17...19%) находится в пределах 115...135 единиц, а из гранулированного сплава 1379П доходит до 160 единиц по шкале Бринеля.

В процессе эксплуатации поверхность направляющей части поршня (юбки) должна иметь пятно контакта с поверхностью цилиндра и между указанными поверхностями должна сохраняться необходимая величина диаметрального зазора. Уменьшение пятна контакта приводит к повышенному износу поршня, а уменьшение зазора – к прихвату и заклиниванию мотора. Под воздействием сгорающей (в камере сгорания) рабочей смеси поршень нагревается и расширяется. Расширение происходит неравномерно, так как металл в конструкции поршня распределен неодинаково. Кроме нагрева поршень подвергается

ется давлению газов, воздействию сил инерции и, как следствие, деформируется.

Для обеспечения заданного пятна контакта и создания масляного клина в месте контакта с поверхностью цилиндра поршню придают овальную форму в поперечном сечении и бочкообразную в продольном направлении, рисунок 2.

Подбор параметров овально-бочкообразного профиля выполняется для каждой модели поршня с учетом того, что при нагреве в двигателе он должен приближаться в поперечном сечении к окружности, а в продольном – к дуге с большим радиусом кривизны. Подобрать нужные параметры профиля позволяет немалый опыт специалистов, накопленный в ходе многолетних научно-исследовательских работ.

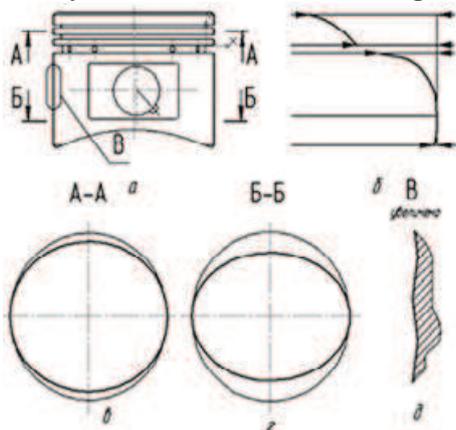


Рисунок 2. Конструктивные особенности поршня:
a – внешний вид поршня; *б* – схема продольного профиля; *в* – схема поперечного профиля головки поршня; *г* – схема поперечного профиля юбки; *д* – микропрофиль юбки

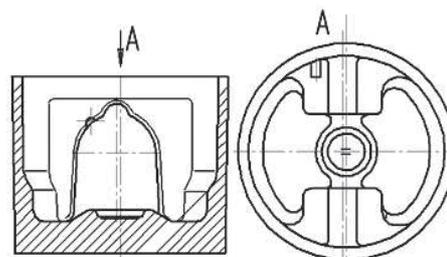


Рисунок 3. Заготовка ковального поршня

Самые ответственные поверхности поршня – отверстие под палец, нижняя часть (юбка) и канавки под компрессионные и маслосъемные кольца.

На упомянутые поверхности конструктор задает высокую точность взаимного расположения наружной и внутренней поверхностей, точность формы и размеров, соответствующие 6-8 квалитетам при высоте микронеровностей поверхности до Ra 0,32 мкм. Для уменьшения трения скольжения на наружной поверхности юбки поршня задается микропрофиль в виде ломаной линии с шагом излома 0,34 миллиметра и углом излома 10°.

Существует несколько технологий изготовления заготовок поршней для двигателей внутреннего сгорания: литье в кокиль, литье под давлением, жидкая штамповка (разновидность литья под давлением), изотермическая штамповка. При изотермической штамповке исходный материал не расплавляют, а предварительно нагревают его до состояния пластической деформации и штампуют на гидравлическом прессе в специальной оснастке.

Заготовки для штамповки нарезают из предварительно деформированного прутка, имеющего необходимый химический состав. Материал для него вначале отливают методом полу непрерывного литья в столб диаметром 400 миллиметров, затем, удаляя поверхностные дефекты литья, механической обработкой обдирают до диаметра 350мм и перепрессовывают до диаметра 80мм.

После предварительного нагрева в печи до температуры штамповки (495°С) мерные заготовки помещают в матрицу и деформируют пуансоном. Далее штампованные заготовки поршней, рисунок 3, проходят необходимую термическую обработку – закалку (выдержка в печи 8 часов при температуре 495°С и охлаждение в воде) и искусственное старение (выдержка в печи 10 часов при температуре 180...200°С).

При механической обработке поршня заданные конструктором требования выдерживаются при совмещении технологической базы с конструкторской базой (осью поршня). Ось, как технологическая база, реализована введением в конструкцию поршня двух внутренних конических поверхностей, одна из которых расположена на поверхности головки, а дру-

гая – около открытого торца юбки. Эти конические поверхности формируются на одной технологической операции (за один установ), сохраняются на протяжении всего технологического процесса и используются при механической обработке наиболее точных наружных поверхностей поршня. Таким образом, реализуется принцип постоянства баз как на этапе изготовления поршня, так и при контроле точности взаимного расположения (соосность головки и юбки, перпендикулярность торца головки и торцов канавок под поршневые кольца к оси поршня и другие) и точности формы поверхностей (профили поперечных и продольных сечений головки и юбки).

Конструкции всех станочных приспособлений, значительная часть которых разработана специалистами «НПП Автотехнология», позволяют быстро переналаживать их для обработки других партий поршней. Для базирования и закрепления поршней по двум коническим поверхностям на операциях механической обработки, на которых формируются головка, юбка и канавки под поршневые кольца, разработаны специализированные станочные приспособления. Схема одного из них показана на рисунке 4.

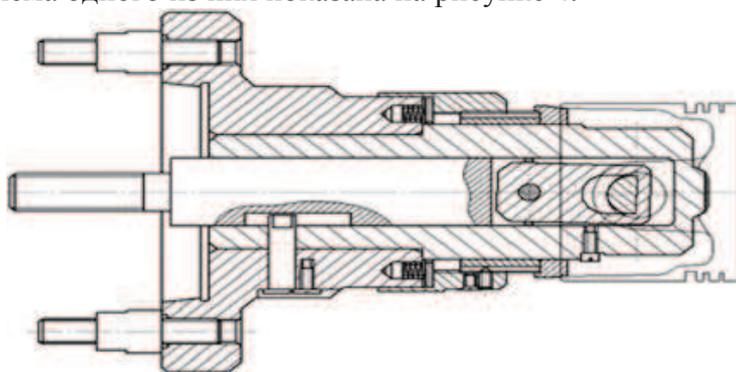


Рисунок 4. Патрон для получистовой обработки поршня и прорезки канавок под поршневые кольца

Высокий процент кремния в металле предопределяет использование твердосплавного инструмента, как универсального, так и специально спроектированного для отдельных операций.

Технологический процесс, разработанный для условий мелкосерийного производства, реализуется на универсальных и специализированных металлорежущих станках. Процесс обеспечения заданной точности начинается с самой первой операции – обдирки, от которой зависит равномерность толщины стенок юбки и головки, рисунок 5. Затем обрабатываются конические поверхности, с помощью которых реализуется ось поршня как теоретическая технологическая база. Далее следуют операции по формированию всех поверхностей, предусмотренных конструкцией поршня.

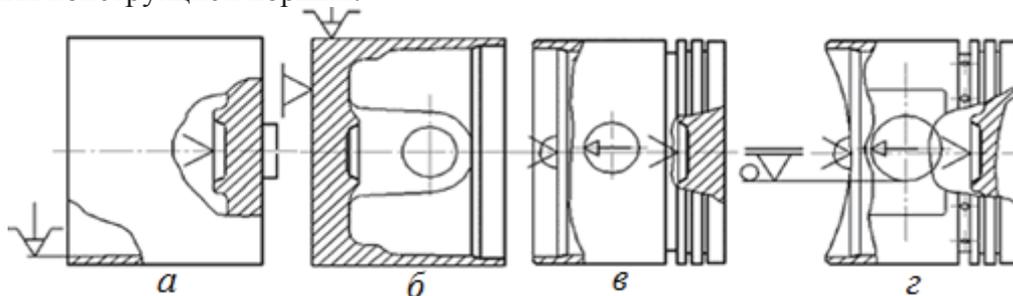


Рисунок 5. Схемы установки поршня на некоторых операциях механической обработки: а – предварительная токарная обработка заготовки; б – расточка установочных конических поверхностей; в – получистовая обточка головки и юбки, прорезка канавок; з – формирование овально-бочкообразного профиля поршня (утолщенной линией выделены обрабатываемые поверхности)

Наиболее ответственные операции – формирование овально-бочкообразного профиля и чистовая расточка отверстия под палец – выполняются в самом конце технологического процесса. Эти операции осуществляются на высокоточных станках, со шпинделями, установ-

ленными на гидростатических опорах. Финишная обработка выполняется инструментами, оснащенными композиционными материалами. Все это позволяет выдержать высокие требования точности формы и размеров указанных поверхностей, задаваемые конструктором.

Станок для формирования овално-бочкообразного профиля, сконструированный в МГТУ «МАМИ» и обеспечивающий геометрическую точность в пределах $\pm 0,003$ миллиметра, запатентован в восьми странах: США, ФРГ, Англии, Франции, Японии, Австрии, Швейцарии и Италии. Поперечный профиль поршня воспроизводится за счет кинематики станка и с помощью несложной переналадки станок позволяет воспроизвести целую гамму овалных профилей. Продольный (бочкообразный) профиль выполняется с помощью легко заменяемой копирной линейки, разрабатываемой для каждой конструкции поршня индивидуально.

Овално-бочкообразный профиль поршня можно воспроизводить и на станках с числовым программным управлением, но станок конструкции МАМИ можно быстрее переналаживать на обработку профиля с другими параметрами, чем станки с ЧПУ.

По единой технологии изготавливаются разнообразные поршни для бензиновых и дизельных двигателей автомобилей, мотоциклов, снегоходов, картингов, глассеров, легкомоторной авиации и другие. Продукция предприятия известна многим профессионалам, занимающимся форсированием и доводкой двигателей, спортивными автомобилями и мотоциклами.

Литература

1. Изотермическая штамповка./ Калпин Ю.Г.: Автомобильная промышленность- 1989- №9- с.27-28.
2. Технология изготовления кованных порней/ Басюк Т.С., Поседко В.Н., Федоренко И.Н., Бузинов В.Г., Шибаев О.В.: Автомобильная промышленность. 2012. № 4. С. 29-31.
3. Технологические процессы машиностроительного производства/ Кузнецов В.А., Черепашин А.А., Колтунов И.И. М.: ФОРУМ, 2010. 528 с.

Перспективные физико-химические методы обработки стекла концентрированными потоками энергии

Опальницкий А.И., Петров К.В.
Университет машиностроения, Москва
artik_footbol@mail.ru, 8(929)5784994

Аннотация. В статье выполнен анализ современных физико-химических методов обработки стекла концентрированными потоками энергии. Более подробно рассмотрена гидроабразивная и ультразвуковая алмазная обработка. Показаны схемы гидроабразивной и алмазно-ультразвуковой обработки. Проведено сравнение гидроабразивной обработки с другими методами обработки стекла.

Ключевые слова: ультразвуковая размерная обработка (УЗРО), гидроабразивная обработка, обработка стекла

На сегодняшний день самыми современными и популярными технологиями обработки стекол являются гидроабразивная, лазерная, плазменная, ультразвуковая алмазная обработка. Они являются конкурирующими между собой технологиями, каждая из которых имеет свои достоинства и недостатки. В данной работе рассмотрим преимущества и недостатки метода гидроабразивной и ультразвуковой алмазной обработки [1]. Струя воды не оказывает прямого давления на поверхность стекла. Механическое воздействие осуществляется только на микроскопическом уровне. Поэтому, несмотря на то, что струя воды имеет большую кинетическую энергию, деформация материала отсутствует, и кромка получается ровной, не требующей дополнительной доработки. Современное стекольное производство требует не только высокой производительности и качества изделий, но и возможности обрабатывать очень сложные формы без ограничений по материалу и его толщине. Гидроабразивная резка позволяет выполнять резы любой формы, скошенные кромки, острые углы, маленькие внутренние радиусы, начать резку можно в любом месте, непосредственно врезаюсь в материал [2]. А