

УДК 669.02.09

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОРШНЕЙ

Валтышев Андрей Станиславович

магистрант

Степин Игорь Юрьевич

ассистент

Ланцев Владимир Юрьевич

доктор технических наук, доцент

Lan-vladimir@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация: в статье представлены технологии изготовления поршней двигателя внутреннего сгорания. Представлен анализ способов и отмечены наиболее перспективные на сегодняшний день.

Ключевые слова: технология, литье, материалы, двигатель внутреннего сгорания, поршень.

Современная экономическая ситуация требует выполнения полного цикла оказания услуг. В связи с этим Мичуринский локомотиворемонтный завод сегодня – это многопрофильное производство металлообработки и собственное литейное производство, в том числе чугунного, алюминиевого, бронзового и латунного литья (рис.1).



Рисунок 1 – Производственные участки завода

Основное направление литейного участка производство элементов поршневой группы. Экстремальные условия эксплуатации поршней – высокие давления, инерционные нагрузки и температуры – требуют использования для их изготовления материалов с особыми параметрами:

- 1) высокая механическая прочность и стабильность ее показателей при повышенной температуре и переменных нагрузках;
- 2) малая плотность;
- 3) хорошая теплопроводность;
- 4) антикоррозионные свойства;
- 5) коэффициент линейного расширения равный цилиндру;
- 6) высокие антифрикционные свойства при повышенной температуре и плохой смазке;
- 7) небольшая стоимость и хорошая обрабатываемость.

Такими свойствами обладают: специальные алюминиевые сплавы, реже используется чугун и жаропрочные стали, а также композиционные материалы.

Практически все серийно поставляемые поршня для сборки современных двигателей внутреннего сгорания, изготовлены из алюминиевого сплава. На двигателях прошлых лет широко

использовались т.н. эвтектические сплавы алюминия с содержанием кремния 12-13%, а поршни получали литьем в специальную форму — кокиль или же применялась машина для литья под давлением. Наиболее распространенные в изготовлении поршней считаются два метода — литьем и штамповкой.

Изготовление обычным литьем является самым простым и самым старым способом, единственный недостаток большая вероятность появления дефектов литья при его окончании (пористость поверхности, раковины и т.д.), что значительно снижает долговечность и прочность изделия [2, 3].

Изготовление поршней под давлением является самым распространенным среди всех известных производителей поршней, первые кто освоил данный способ немецкая компания «GLYCO» в 1920 году, поршня которой и по сей день является эталоном качества. Благодаря данному методу очень эффективно удается упрочнить наиболее нагруженные зоны поршня специальными терморегулирующими вставками из стали или даже серого чугуна это позволяет изготовить поршень значительно прочнее, качественнее и улучшить структуру кристаллической решетки изделия [4-7].

Технология изготовления изотермической штамповки поршня является сложным и трудоемким процессом, заготовку получают из прута алюминиевого сплава путем выдавливания без плавления, и при постоянной температуре около 450 градусов, далее снимают несколько слоев металла сверху для обеспечения упрочнения заготовки, после чего получившиеся прут металла укладывают в матрицу, в которой его нагревают до 485 градусов. После того как заготовку уложили в матрицу и нагрели ее начинают сдавливать гидропрессом с усилием порядка 250 тонн, выдавливая внутренний контур в поршне. После такого глобального сжатия, внутренняя структура алюминиевого сплава упрочняется, получая совершенно новый по своим механическим свойствам материал.

Кованые поршни пока используются реже, чем литые. Не смотря на то, что такая технология является в несколько раз затратнее обычной, но как

показали испытания — получаемый поршень из алюминиевого сплава выдерживает усилие на разрыв на 40% больше, усилие на изгиб на 30% больше, а термическая устойчивость повышается в 5 раз.

Чугун в качестве материала для поршней по сравнению с алюминиевым сплавом обладает следующими положительными свойствами: более высокими твердостью и износостойкостью, жаропрочностью, одинаковым коэффициентом линейного расширения с материалом гильзы. Последнее позволяет существенно уменьшить и стабилизировать по режимам работы зазоры в сочленении юбка поршня – цилиндр. Из легированного серого и высокопрочного чугунов типов СЧ 24-СЧ 45 и ВЧ 45-5 изготавливают поршни форсированных тепловозных и среднеоборотных двигателей (рис.2) [3, 4, 8].



Рисунок 2 - Кокильная отливка чугунного поршня

Недостатком их является значительная масса и слабая теплопроводность, что приводит к сильному нагреву поршней в процессе работы двигателя. Из-за этого их не используют на бензиновых моторах, поскольку высокая температура становится причиной возникновения калильного зажигания (топливовоздушная смесь воспламеняется от контакта с разогретыми поверхностями, а не от искры свечи зажигания). Данный недостаток может быть частично нивелирован включением в структуру чугуна шаровидного графита, что позволяет отливать элементы поршня существенно меньшей толщины [4, 9].

Составной поршень состоит из двух основных частей - головки и тронка (рис.3). Головка поршня изготавливают из жаропрочной стали типа

20ХМ, 20Х3МВФ и 20Х13, на боковой поверхности имеются канавки для компрессионных колец. Тронк поршня изготавливается из алюминиевого сплава (реже из чугуна) и имеет на наружной поверхности канавки для уплотнительных и маслосъемных колец. Головку поршня к тронку крепят четырьмя шпильками с гайками [4, 11]. На изготовление из жаропрочной стали переходят, если максимальная температура в наиболее нагретых зонах поршня превышает ориентировочно 450 °С. Рабочая поверхность тронка покрыта антифрикционным приработочным покрытием.



Рисунок 3 - Составной поршень

Как следует из сказанного выше, ни силумины, ни чугун в полной мере не являются оптимальными материалами для изготовления поршней. В связи с этим в настоящее время ведется активная работа по использованию для поршней керамических материалов, которые наилучшим образом отвечают требованиям, предъявляемым к материалам поршневой группы. Это малая плотность при высокой прочности, термо-, химико- и износостойкости, низкой теплопроводности и необходимом значении коэффициента линейного расширения. Один из практических способов использования керамики состоит в изготовлении деталей поршня из металло- или полимерокомпозиционных материалов. Матрицей (основой) первого типа материалов является алюминий или магний, а в качестве наполнителя используют керамические и металлические порошки или волокна пористых материалов. Основу полимерокомпозиционных материалов составляют полимерные материалы с наполнителем из волокон углерода, стекла,

порошков металлов или керамики. Они обладают малой плотностью, высокими антифрикционными свойствами и применяются для элементов с небольшими тепловыми нагрузками, например для изготовления юбки поршня. Перспективным является армирование элементов поршня керамическими волокнами из оксида алюминия и диоксида кремния. При содержании в основном материале до 40...50 % оксида алюминия получается аморфное керамическое волокно с диаметром 2...3 мкм, успешно работающее при температурах 1200...1300 °С. Если содержание оксида алюминия превышает 70 %, получается структура волокна, приближающаяся к кристаллической, что способствует высокой термической стабильности изделия [1, 2, 12, 13]. Основными проблемами, сдерживающими широкое использование керамики для изготовления поршней двигателей, являются хрупкость, низкая прочность на изгиб, склонность к трещинообразованию и усталости, а также высокая стоимость.

Список литературы

1. Колчин А. И., Демидов В. П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: учебное / Колчин А. И., Демидов В. П. - Москва: Высш. шк., 2008 - 495 с.
2. Поршень – Piston. Электронный ресурс. Режим доступа <https://ru.qwe.wiki/wiki/Piston>
3. Сергеев. Н.В. Силовые агрегаты. Конспект лекций: учебное пособие / Н.В.Сергеев – зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2015. – 186 с.
4. Технология производства деталей двигателей внутреннего сгорания: учебное пособие / А.С. Ненишев, С.В. Мельник, В.П. Расщупкин, М.С. Корытов, Ю.К. Корзунин. – Омск: СибАДИ, 2009. – 92 с.
5. Горшенин В.И. Особенности профессиональной социализации будущего специалиста среднего звена / В.И. Горшенин // Современные проблемы науки и образования. - 2016. - № 6. - С. 446.

6. Аналитическая оценка свойств дисперсно-упрочненных гальванических композитных многослойных покрытий / С.Ю. Жачкин, Н.А. Пеньков, А.И. Краснов, К.А. Манаенков // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2015. - № 1. - С. 142-149

7. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие для ВУЗов / В.В. Остриков, А.И. Петрашев, С.Н. Сазонов, А.Н. Зазуля и др. – Мичуринск: Издательский дом «Мичуринск», 2017. – 323 с.

8. Исследование состава и свойств обкаточного масла, получаемого на основе отработанного моторного масла / В.В. Остриков, В.И. Вигдорович, С.Н. Сазонов, Д.Н. Афоничев, К.А. Манаенков // Химия и технология топлив и масел. - 2017. - № 5 (603). - С. 11-16.

9. Дизельный двигатель транспортно-технологических машин и альтернативное топливо / Н.В. Михеев, А.В. Козюков // В сборнике: Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых. Материалы научно-практической конференции с международным участием. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – 2018. – С. 84-89.

10. Остриков В.В. Использование масел в двигателях зарубежной техники / В.В. Остриков, А.Ю. Корнев, К.А. Манаенков // Сельский механизатор. - 2012. - № 5. - С. 32-33

11. Analysis of the characteristics of natural gas as fuel for vehicles and agricultural tractors / Al-Maidi A.A.H., Rodionov Y.V., Nikitin D.V., Chernetsov D.A., Vdovina E.S., Mikheev N.V. // Plant Archives. - 2019. - Т. 19. - С. 1213-1218.

12. Актуальность подготовки инженерных кадров для обеспечения экологической безопасности сельскохозяйственного производства / И.П. Криволапов, С.Ю. Щербаков, К.А. Манаенков // Сб.: Экологическая педагогика: проблемы и перспективы в свете развития

технологий Индустрии 4.0: материалы Международной научной школы, организованной при финансовой поддержке Администрации Тамбовской области. - 2017. - С. 22-24

13. Ресурсосберегающий технологический процесс послеремонтной обкатки двигателей тракторов / В.В. Остриков, А.В. Забродская, В.С. Вязинкин, В.В. Сафонов, А.С. Савенков, К.В. Сафонов, Н.В. Михеев // Научная жизнь. – 2019. – Т. 14. – № 3 (91). – С. 309-315.

UDC 669.02.09

ANALYSIS OF EXISTING PISTON PRODUCTION TECHNOLOGIES

Andrey Stanislavovich Valtyshev

Master's student

Igor Yurievich Stepin

Assistant

Vladimir Yurievich Lantsev

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Lan-vladimir@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article presents technologies for manufacturing pistons of an internal combustion engine. The analysis of the methods is presented and the most promising ones for today are marked.

Key words: technology, casting, materials, internal combustion engine, piston.