

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

И.М. Блянкинштейн

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2019 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

**Разработка методики подбора комплектующих деталей для сборки
автомобильных двигателей, с учетом температурной деформации
поршней**

23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

код и наименование направления

23.04.03.01 Автомобильный сервис

код и наименование магистерской программы

Научный руководитель _____ к.т.н. доцент И.С. Писарев

Выпускник _____ В.Н. Жолудев

Рецензент _____
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Красноярск 2019

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Долговечность цилиндропоршневой группы двигателя зависит от ряда факторов, которые можно разделить на конструктивные, технологические и эксплуатационные. Конструктивные факторы являются основополагающими и в значительной мере определяют степень влияния всех остальных факторов на работоспособность сопряжения во время всего жизненного цикла. Поэтому более полное понимание происходящих в ЦПГ процессов еще на стадии проектирования закладывает основу для достижения более эффективной работы двигателя в целом. Основным узлом трения ЦПГ, влияющим на механические потери, является пара трения «поршень–цилиндр». От совершенства этого сопряжения зависит траектория поршня в цилиндре, тепловое состояние двигателя, количество поступающего масла к поршневым кольцам, уровень вибраций и шума. Работоспособность этой пары характеризуется зазорами между поршнем и цилиндром, профилем юбки, местом расположения пальцевого отверстия. Кроме этого, особенностью работы поршня является то, что он находится под действием крайне нестационарных тепловых и силовых факторов, в результате чего происходят тепловые и силовые деформации, приводящие к существенному изменению зазоров в сопряжении.

Статистика отказов двигателей внутреннего сгорания, показывает, что некоторые неисправности не находят логичного объяснения (случайность – непознанная закономерность).

Детали ЦПГ современных высокофорсированных двигателей внутреннего сгорания в наибольшей степени являются лимитирующими надежностью силового агрегата.

Необходимость обеспечения ресурса двигателей внутреннего сгорания на гарантийном периоде эксплуатации, а также постгарантийном периоде.

Отсутствие нормативов входного контроля свойств металла деталей ЦПГ, приводит к неоправданным экономическим потерям дилерских организаций.

Научная гипотеза. Применение материала с заданными свойствами, позволяет избежать чрезмерных деформаций при работе (нагрев и нагрузки) это обеспечивается за счет легирующих добавок кремния в алюминиевый сплав. Иначе говоря, в процессе эксплуатации происходит деградация микроструктуры сплавов алюминий–кремний в поршнях.

Согласно, ГОСТ Р 53558-2009 Автомобильные транспортные средства. Поршни алюминиевые двигателей, химический состав сплава и допустимое процентное содержание примесей оговаривают в КД, утвержденной в установленном порядке.

Макроструктура сплава в термически обработанном поршне должна быть плотной, мелкозернистой, не должна иметь трещин, свищей, шлаковых засоров, посторонних включений и должна соответствовать требованиям КД

Цель диссертации. Избежать необоснованных расходов на устранение неисправности двигателей внутреннего сгорания, как со стороны дилера, так и со стороны клиента (стимулировать лояльность)

Повысить уровень безотказности цилиндропоршневой группы современных двигателей внутреннего сгорания за счет входного контроля физико-механических свойств материала поршней.

Задачи научного исследования:

1. Провести Литературно-патентный обзор;
2. Теоретическое обоснование нормативных значений температурной деформации поршней;
3. Спроектировать и изготовить экспериментальную установку;
4. Провести экспериментальные исследования;
5. Согласовать результаты теоретического и экспериментального исследования. Сделать выводы по работе.

Практическая значимость.Повысить уровень безотказность работы ЦПГ высокофорсированных современных ДВС.

Уменьшение рисков внезапных отказов по причине несоответствия материалов поршней нормативным требованиям.(ГОСТ Р 53558-2009 Автомобильные транспортные средства. Поршни алюминиевые двигателей. Общие технические требования и методы испытаний.).

Объект научного исследования. Поршень двигателя внутреннего сгорания.

Предметом научного исследования является закономерности распределения температурных полей в зависимости от технического состояния трансмиссии и тормозной системы.

1 Обзор состояния вопроса

1.1 Анализ существующих конструкций поршней

Поршень представляет собой достаточно сложную в отношении конструкции, технологии и материалов деталь двигателя, фактически определяющую его технический уровень. Основные функции выполняемые поршень – уплотнение внутрицилиндрового пространства с помощью днища и канавок с поршневыми кольцами и передача сил давления в цилиндре на КШМ. Боковые усилия воспринимаются направляющей частью поршня – юбкой. Эти функции должны выполняться в течение всего ресурса двигателя в широком диапазоне режимов по частоте вращения и нагрузке в условиях тепловой напряженности. Последние условия определяют степень форсирования двигателя чем выше степень сжатия, максимальная частота вращения, лучше наполнение цилиндров, тем выше уровень тепловой напряженности поршня и требования к его конструкции, технологии производства и применяемым материалам.

Благодаря прогрессивным тенденциям в технологиях изготовления поршней конструкция поршней разных фирм стала достаточно близкой. Общими тенденциями для поршней современных высокофорсированных двигателей легковых автомобилей является:

1. Уменьшение расстояния от днища до оси пальца поршня, необходимое для снижения высоты и массы двигателя;
2. Уменьшение диаметра пальца, как внешнего, так и внутреннего;
3. Переход на плавающие пальцы малой длины с фиксацией шатуна от осевого перемещения в бобышках поршня;
4. Снижение высоты колец;
5. Уменьшение высоты юбки поршня
6. Специальные профили и покрытия юбки и днища поршня.

Сформированные выше тенденции, как правило, используются на практике внедрением новых конструктивных особенностей, материалов изделия, и технологии изготовления.

Все поршня серийно поставленные для сборки современных автомобильных 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. Кремний, содержащийся в алюминиевом сплаве, снижает износ поршня в цилиндре и уменьшает коэффициент линейного расширения, что очень важно для получения малого теплового зазора поршня в цилиндре. В расплавленном состоянии кремний в данном количестве полностью растворен в алюминии. При увеличении содержания кремния возникает перенасыщение расплава, и при его охлаждении кремний выделяется в виде гранул размером до 0,5-1,0 мм, снижающих качество (прочность) отливки. Для увеличения количества кремния свыше 13% требуется повышенное легирование сплава никелем, магнием, медью и другими металлами, а также специальная технология (в

основном режим охлаждения) отливки. Сплавы с содержанием кремния свыше 13% называют заэвтектическими.

Перед всеми автомобильными концернами всегда стояла проблема не только конструктивных изменений деталей и самого двигателя, но и разработки легких материалов с улучшенными свойствами, в том числе механическими, физическими, эксплуатационными. Рассмотрим типовую конструкцию поршня, приведенную на рисунке 1.

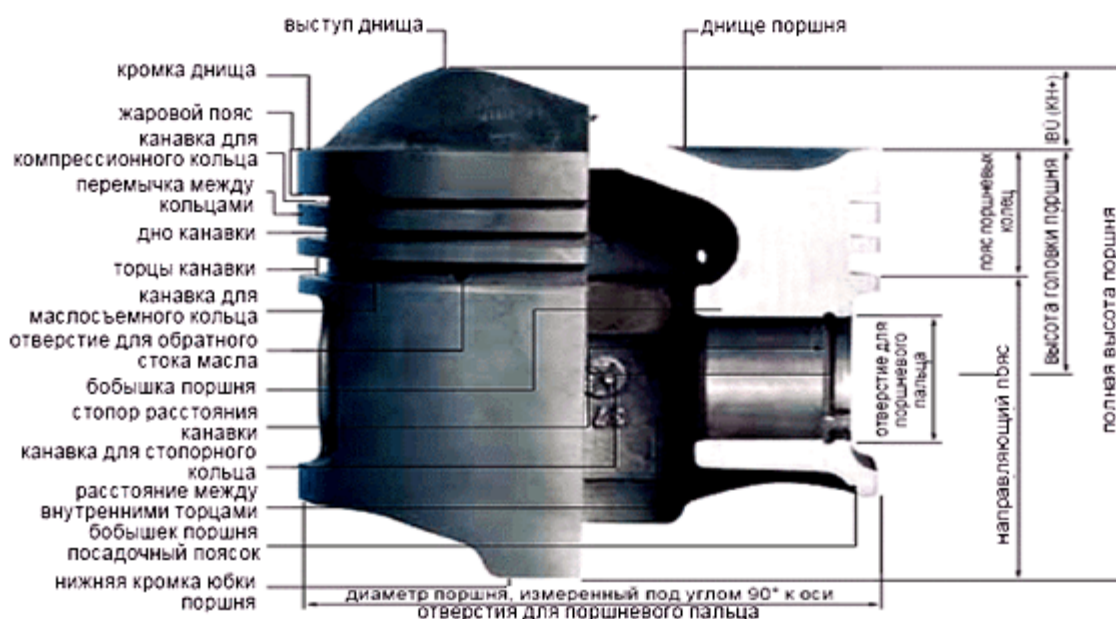


Рисунок 1 – Схема конструкции поршня

Устройство поршня является сложным элементом. Это цельная деталь, которую для удобства определения принято условно разделять на юбку и головку. Конкретная форма и конструктивные особенности поршня определяются типом и моделью двигателя. В распространенных видах бензиновых ДВС можно увидеть только поршни с плоскими или крайне приближенными к такой форме головками. Часто они имеют канавки, предназначенные для максимального полного открывания клапанов.

Под головкой на поршне размещаются канавки, в которые устанавливаются поршневые кольца. Юбки у различных поршней тоже

разные: с формой, подобной конусу или бочке. Такая конфигурация позволяет компенсировать расширение поршня, существующее при его нагревании в работе. Следует отметить что, поршень приобретает полностью рабочий объем только после разогрева двигателя до нормальной температуры.

Чтобы максимально снизить эффект от постоянного бокового трения поршня о цилиндр на его боковую поверхность наносится специальный антифрикционный материал, тип которого также зависит от вида двигателя. Также в юбке поршня есть специальные отверстия с приливами, предназначенные для монтажа поршневого пальца.

Работа поршня предполагает его интенсивное нагревание. Он охлаждается, причем в разных моторах различными способами. Вот наиболее распространенные среди них:

- с помощью подачи масляного тумана в цилиндр;
- через разбрызгивание масла сквозь шатун или специальную форсунку;
- через впрыскивание масла по кольцевому каналу;
- с помощью постоянной циркуляции масла по змеевику, расположенному непосредственно в головке поршня.

Вплотную соприкасается со стенками цилиндра не сам поршень, а его кольца. Для обеспечения наивысшей износостойкости они производятся из особого сорта чугуна. Количество и точное расположение этих колец зависит от вида мотора. Чаще всего на поршень приходится пара компрессионных колец и еще одно маслосъемное.

На первое компрессионное кольцо приходится самая серьезная нагрузка, поэтому во всех дизельных и бензиновых моторах в канавке первого кольца дополнительно присутствует стальная вставка, что позволяет повысить прочность конструкции. Существует множество видов компрессионных колец, которые уникальны практически у каждого самостоятельного производителя.

Маслосъемные кольца – для удаления излишек масла из цилиндра и недопущения его проникновения в камеру сгорания. Такие кольца выполняются с большим количеством дренажных отверстий, а также с пружинными расширителями.

1.2 Анализ существующих производителей поршней

Для сборки на конвейере или при капитальном ремонт двигателя внутреннего сгорания практически у каждого автопроизводителя есть свои поставщики деталей для автомобильных двигателей, в том числе и поршни. Данная методика актуальна и для производства, рассмотрим популярных производителей поршней ниже.

1.2.1 Поршни фирмы «GLYCO» (Германия)

«GLYCO–MetallgesellschaftGmbH», бренд под именем, которого разрабатываются и изготавливаются главным образом такие продукты как: подшипники скольжения для двигателя, втулки, упорные кольца и поршня. Фирма создана еще в 1897 г. в Германии (г. Висбаден). Основателем является Макс Вагнер. Первоначальная деятельность фирмы, изготовление промышленных цветных металлов, а также нанесение всевозможных покрытий. С течением времени, в 1936 г. компания начинает выпускать подшипники скольжения, которые получили широкое применение, начиная от самолетов и заканчивая автомашинами и паровозами. Настоящий успех и известность, фирме приносит сотрудничество с автомобильными гигантами, такими как: Opel, Mercedes. Продукция GLYCO Ежегодно свыше 5 млн. автомашин (BMW, AUDI и др.), сходящих со сборочных площадок, укомплектовываются подшипниками скольжения, а также поршнями от этого бренда, вкладыши устанавливаются на конвейерах почти на все автомобили европейского производства. Качество изделий поступающих на вторичный

рынок идентично оригинальным. Продукция одобрена и сертифицирована, по ISO 9001, а также QS 9000. Для того чтобы гарантировать качество товара на протяжении многих лет GLYCO оптимизировала систему контроля качества, которая позволяет избегать ситуаций, когда некачественная продукция попадает в руки клиента. Говоря о высоком качестве изделий GLYCO, стоит упомянуть, что продукция этого бренда довольно часто применяется при сборке гоночных болидов Формула-1. Логотип компании представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Логотип компании «GLYCO–MetallgesellschaftGmbH»

1.2.2 Поршни фирмы «АЕ» (Великобритания)

В январе 1947 года появился новый производитель на мировом рынке запчастей – компания АЕ. Идея появления компании заключалась в объединении трех головных производителей компонентов к двигателям, дислоцирующихся в Великобритании: BricoEngineering (клапанные седла, клапана), WELLWORTHY LIMITED (гильзы, кольца), Herworth&GrandageLimited (поршни). Сегодня – это мощная группа автопроизводителей, входящая в концерн FederalMogul с годовым оборотом более 7 миллиардов долларов. Специализация Основное направление работы АЕ – производство узлов и деталей двигателей, а также их оптовая закупка, с последующим сбытом на вторичных рынках. Все продукты компании имеют сертификацию (Ford Q1), плюс стандартные сертификаты ЕС: QS9000, TS16949, ISO. Всепоршня, выпускаемые компанией, проходят контрольные испытания высокого уровня и гарантированно выдерживают максимальные

нагрузки. В них используется новая технология, который дает следующие преимущества: Высокая долговечность Отличная приспособленность к высоким температурам Длительная работа при переменных нагрузках
Производитель работает как для сборочных цехов, так и для вторичного рынка. Осуществляются оптовые поставки оригинальных запчастей на конвейеры почти всех мировых автопроизводителей. Немалая доля продуктов компании приходится на так называемые неоригинальные автозапчасти. Логотип компании представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Логотип компании «АЕ»

1.2.3 Поршни фирмы «NE» (Япония)

Компания «NE»— подразделение японского концерна NipponPistonsRingCo. Ltd., основано в 1997 году,занимающиесяизготовлением поршневых колец, поршней и других частей двигателя. Компания известна как один из крупнейших производителей оригинальных комплектующих для ДВС.Продукция поставляется более чем на 20 автомобильных компаниям:Honda, Hyundai,Kia,Mazda, Mitsubishi, Nissan, Subaru, Suzuki, Toyota и другим крупным концернам. NE относятся к категории продукции высшего уровня качества, что подтверждено успехами на первичном и вторичном рынке автозапчастей. Поршня и поршневые кольца компании «NE» завоевали отличную репутацию у профессиональных автомехаников.Логотип компании представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Логотип компании «NE»

1.2.4 Поршни фирмы «Nural» (Германия)

Компания «NURAL» занимается изготовлением цилиндро–поршневой группы. Бренд принадлежит концерну FederalMogul. О Компании Nural учреждена в Германии в 1924 г. В те годы, это была 1-ая фирма освоившая процесс литья алюминия под давлением. Компания стремительно развивалась и уже в 1927 г. получает заказ от такого мирового автопроизводителя «FORD», который закупает у Nural алюминиевые заготовки предназначенные для поршней. Фирма получает известность и как следствие расширяет производство и ассортимент продукции. Качество изделий Компания уделяет много внимания вопросу качества изделий. Внедряются современные технологии и принимаются инновационные решения, позволяющие представлять на мировом рынке конкурентоспособный товар. Многие изделия поставляются на первичную сборку таких автомобилестроительных компаний, как: Mercedes, Audi, Volkswagen, Opel и др. Также о высоком качестве изделий свидетельствует сертификация согласно DIN EN ISO 9001, QS 9000. Получены и престижные премии и награды, к примеру «Лучший поставщик» от автоконцерна Volkswagen. Первоначально производитель ориентировался исключительно на первичный рынок. Приобретая на вторичном рынке изделия от торговой

марки Nural, клиент приобретает продукцию, качество которой соответствует оригинальной продукции. Логотип компании представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Логотип компании «NURAL»

1.2.5 Поршни фирмы «KOLBENSCHMIDT» (Германия)

Немецкая компания «Kolbenschmidt» была основана в 1909 году как металлургическая компания. Уже к концу 20-х годов прошлого века являлась основным поставщиком для немецких и международных производителей автомобильных двигателей. В 1998 году вступила в концерн с компанией RheinmetallGroup, что позволило стать ей ведущим европейским производителем деталей для двигателей. Концерну принадлежат 8 предприятий на территории Германии и 26 заводов, расположенных в Европе, Южной и Северной Америке. Компания насчитывает более 11 000 сотрудников. Выпускаемая продукция фирмы: Поршни для ДВС всех типов, гильзы цилиндров, поршневые кольца, и другие детали для сборки автомобильных двигателей. Состав компании включает в себя пять подразделений. Pierburg– занимается выпуском топливных насосов, KS-Aluminium– отливкой корпусных деталей, KS Kolben– изготавливает кольца и поршни, KS-Gleitlager– специализируется на выпуске подшипников скольжения, KS-Gleitlager– отвечает за производство и поставку для автосервисов. Компания занимается поставкой оригинальных автозапчастей на сборочное производство крупнейших автопроизводителей: BMW, Fiat, Audi, Volkswagen, Alfa-Romeo, Honda, Nissan, Mazda, Mitsubishi, Renault,

Peugeot, MAN, Lada, Volvo и др. Запчасти Kolbenschmidt соответствуют высоким требованиям современной автопромышленности, способствуют снижению уровня выброса вредных веществ, экономичному расходу топлива, надежности и долговечности двигателя. Продукция этой компании популярна как на конвейерах известных производителей, так и на вторичном рынке автозапчастей. Особенности продукции Kolbenschmidt

Отличительными особенностями деталей двигателей Kolbenschmidt являются экономичность, максимальная мощность, длительный ресурс. Поршни KS отличаются долговечностью, небольшой массой, точностью формы. При использовании деталей KS для капитального ремонта двигателя, автомобилю обеспечен пробег, аналогичный заводскому ресурсу нового агрегата. Продукция Kolbenschmidt сертифицирована по стандарту ISO / TS 1649:2002. Логотип компании представлен на рисунке 6.



Рисунок 6—Логотип компании «KOLBENSCHMIDT»

1.2.6 Поршни фирмы «MAHLE ORIGINAL» (Германия)

Компания «MAHLE ORIGINAL» является крупным поставщиком цилиндропоршневых комплектов для предприятий, производящих двигатели внутреннего сгорания и занимает одно из лидирующих мест в разработке и производстве высокотехнологичных компонентов для автомобильной промышленности. В ассортименте представлены готовые к монтажу поршни и комплекты стандартных и негабаритных размеров деталей. Производители линии «MAHLE ORIGINAL» отвечают стандартам качества QS 9000 и ISO 9001. Логотип компании представлен на рисунке 7.



Рисунок 7–Логотип компании «MAHLE ORIGINAL»

1.2.7 Поршни фирмы «ASHIKA» (Италия)

Компания «ASHIKA» является торговой маркой итальянской компании «Japanparts», которая является одним из лидеров импорта и дистрибуции запасных частей для автомобилей азиатского производства. Ассортимент продукции, выпускаемой под брендом «ASHIKA», включает в себя моторную линию (головки, подшипники скольжения, поршня, поршневые кольца и тд.), которые поставляются на около 30000 наименования деталей для ремонта азиатского, европейского, американского производства. Продукция обладает сертификатами РОСТЕСТ, ISO 9001:2008. С недавнего времени компания производит также оригинальные запчасти для корейских автомобилей «DAEWOO», «HYUNDAI» и «KIA». Логотип компании представлен на рисунке 8.



Рисунок 8–Логотип компании «ASHIKA»

1.2.8. Поршни фирмы «GOETZE» (Германия)

Компания «GOETZE» известна как производитель высококачественных поршневых колец, гильз цилиндров и поршней для транспорта и промышленности. Принадлежит концерну FederalMogul. GOETZE и снабжает своей продукцией как конвейер, так и рынок первичной комплектации и рынок запчастей по всему миру. Продукция компании GOETZE имеет сертификат качества по DIN EN ISO 9002. Большой срок эксплуатации производимых компанией деталей для двигателей внутреннего сгорания, обеспечивает именно благодаря применению инновационных материалов и особым покрытиям, наносимых на рабочие поверхности. Логотип компании представлен на рисунке 9.



Рисунок 9–Логотип компании «GOETZE»

1.2.9 Поршни фирмы «CTR» (Южная Корея)

«CTR» – торговая марка принадлежащая CentralCorporation, являющаяся одним из крупнейших мировых производителей запчастей и поставщиком оригинальных запчастей на конвейеры корейских американских производителей. Кроме того, детали «CTR» поступают на заводы таких известных производителей оборудования, как Bosch, DelcoRemy, Lemforder. В продуктовой линейке бренда можно найти элементы рулевого управления, подвески, тормозной системы и деталей для сборки автомобильных двигателей такие как поршни, поршневые кольца, и

тд. Качество производственной деятельности корпорации подтверждено сертификатами ISO 9001, ISO 9002, ISO 14001, OHSAS 18001. Логотип компании представлен на рисунке 10.



Рисунок 10–Логотип компании «CTR»

1.2.10 Поршни фирмы «PERFECT CIRCLE» (Франция)

Компания PERFECT CIRCLE входит в состав американской корпорации DANA. Созданная в 1920 году, на сегодняшний день компания имеет 26 заводов в 8 странах мира, а также 3 технологических центра. Основной вид продукции составляют поршневые кольца и поршня для двигателей внутреннего сгорания, качество изготовления которых подтверждается сертификатом ISO 9002. Фабрики компании расположены в непосредственной близости от многих автомобильных заводов как результат тесного сотрудничества с автопроизводителями. PERFECT CIRCLE обладает уровнем технологии, качеством производства и опытом продаж, способными удовлетворить высокие требования XXI-ого века. Логотип компании представлен на рисунке 11.



Рисунок 11–Логотип компании «PERFECT CIRCLE»

1.2.11 Поршни фирмы «AUTOWELT» (Германия)

Компания «AUTOWELT» основана в 1996 году, специализируется на производстве и продаже комплектующих для двигателей внутреннего сгорания европейских, японских и корейских автомобилей, а также строительной техники. Ассортимент компании насчитывает более 500 позиций, среди которых поршни, поршневые кольца, гильзы и другая продукция. При создании продукции, фирма активно ведет сотрудничество с такими компаниями, как «RIKEN», «DAIDO METALL» и другими. Логотип компании представлен на рисунке 12.



Рисунок 12—Логотип компании «AUTOWELT»

1.2.12 Поршни фирмы UNITEDMOTORS (США)

Компания «UNITED MOTORS» основана в 2007 году, среди прочих видов деятельности, производит и поставляет комплектующие для дизельных и бензиновых двигателей. В ассортименте компании представлены поршневые группы, гильзы цилиндров, кольца, клапаны, вкладыши, подшипники для американских, европейских и японских автомобилей. Продукты компании поступают для первичной комплектации на автоконцерны Chevrolet, Daewoo, BMW, Ford, Honda, Hyundai, Isuzu, Kia, Lada. Логотип компании представлен на рисунке 13.



Рисунок 13–Логотип компании «UNITED MOTORS»

1.2.13 Поршни фирмы «MOPISAN» (Турция)

«MOPISAN» – производитель поршней для дизельных и бензиновых двигателей. Сегодня количество позиций в ассортиментном портфеле компании приближается к 3000. Фирма 98% своей продукции реализует посредством представительств в 68 странах мира. Около 30% производимой продукции продается заводам, выпускающим двигатели, Daimler, MercedesBenz, RenaultTruck, Renaultpassenger, Peugeot, Volvo, Man, Deutz, ListerPeter и другим. Остальные 70% поступают на свободный вторичный авторынок. Производственные процессы изготовителя соответствуют принятым международным стандартам, о чем свидетельствует наличие сертификатов ISO 9001:2000, ISO 14001:2004, ISO TS 16949:2002, QS 9000. Логотип компании представлен на рисунке 14.



Рисунок 14–Логотип компании «MOPISAN»

1.2.14 Поршни фирмы «JAPANPARTS» (Италия)

«JAPANPARTS» является одним из лидеров в секторе импорта и дистрибуции запчастей для машин азиатского происхождения. Продукция Japanparts включает в себя 140 товарных линий, охватывающих все типы запасных частей, от деталей моторной группы до тормозов. Линейка деталей, которую продает Japanparts, включает: - механическую (фильтры, тормозные колодки и диски, гидравлику, сцепление, ремни, натяжные шкивы и т.д.); - моторную (поршни, головки блока цилиндров, и т.д.); - электрическую (двигатели, генераторы, свечи и т.д.). На сегодняшний день ассортимент бренда составляет более 29000 позиций. Продукция Japanparts, предназначенная для рынка aftermarket, широко представлена в странах Евросоюза, СНГ, Средиземноморья, на Ближнем и Среднем Востоке, в Латинской Америке. Компания сертифицирована согласно ISO 9001:2008, CE461/2010, VER461/2010, а также российского ГОСТа. Логотип компании представлен на рисунке 15.



Рисунок 15–Логотип компании «JAPANPARTS»

1.2.15 Поршни фирмы AUTOFREN SEINSA (Испания)

«SEINSA» основана в 1972 году и специализируется на разработке и производстве ремонтных комплектов для двигателей внутреннего сгорания, выпускаемых под брендом AUTOFREN. Номенклатура продукции компании включает более 1400 запчастей и 1500 ремкомплектов, а ценовая политика

позволяет конкурировать товарам компании с такими лидерами рынка как Bosch и Frenkit. SEINSA AUTOFREN обслуживает европейский парк автомобилей и большую часть японского и азиатского рынка авто. Узкая специализация и огромный ассортимент позволяет AUTOFREN экспортировать свою продукцию в 60 стран мира. Производство сертифицировано на соответствие требованиям международных стандартов ISO 9001:2008, ISO TS 16949:2009. Логотип компании представлен на рисунке 16.



Рисунок 16—Логотип компании «AUTOFREN SEINSA»

1.2.16 Поршни фирмы ООО«Мотордеталь» (Россия, Кастрома)

Поршни фирмы «Мотордеталь» предназначены для двигателей отечественных и иностранных легковых и грузовых автомобилей, тракторов и комбайнов, автобусов и техники специального назначения. В производстве поршней задействовано передовое оборудование: Takisawa, GFS, OttoHarrandt и т.д., которое позволяет обеспечить стабильность размеров и геометрии деталей. Каждое изделие проходит многоуровневый контроль качества: от состава сплава до соответствия геометрических параметров. Поршни «Мотордеталь» отлично зарекомендовали себя и были выбраны многими автопроизводителями и покупателями. Логотип компании представлен на рисунке 17.



Рисунок 17–Логотип ООО «Мотордеталь»

Все поршни производятся методом литья в кокиль. Благодаря этому обеспечивается наиболее качественная структура материала. Примеси удаляются, а механические свойства металла равномерно распределяются по всему объему детали.

Для изготовления поршней используются алюминиевые сплавы с различными легирующими добавками. Это необходимо для обеспечения требуемых свойств для каждой конкретной модели поршня. Для обеспечения длительной и безотказной работы в производстве поршней «Мотордеталь» используются многокомпонентные алюминий-кремнистые сплавы (силумины): АК18, АК13 М5 MgH₂, АК21 М³Н1, АК12 ММgH, АК13 М³MgH₂ – 5 сплавов, которые для получения необходимых свойств легированы хромом, магнием, медью, никелем и другими элементами. Стоит отметить, в качестве базового сплава многие производители используют силумины АК8, АК9 и т. д. (цифра в названии сплава обозначает процентное содержание кремния). В производстве поршней «Мотордеталь» применяются только высококачественные сплавы. Так, базовым сплавом является АК12 ММgH, в котором содержится 12% кремния.

1.2.17 Поршни фирмы ООО «Камский моторный завод» (Россия, Набережные Челны)

Камский моторный завод – лидер российского рынка поршневых групп для двигателей грузовых автомобилей. Основан в 1999 году как предприятие по производству цилиндропоршневых групп (ЦПГ) к двигателям большой мощности. Логотип компании представлен на рисунке 18.



Рисунок 18–Логотип ООО «Камский моторный завод»

С момента основания поршневые группы Камского моторного завода - эталон качества российских поршневых групп к двигателям автомобилей. Превосходство качества поршневых КМЗ неоднократно подтверждено независимыми отраслевыми конкурсами. Сегодня завод производит поршневые группы к двигателям ГАЗ, УТВ, ММЗ, КамАЗ, ЯМЗ, АМЗ, ТМЗ, ЧТЗ, топливные баки к большегрузным автомобилям, головка блока цилиндров к двигателям КамАЗ.

КМЗ подтвердил соответствие сертификату системы менеджмента качества ISO 9001:2001 в отношении качества производства запасных частей для автомобилей, тракторной и сельскохозяйственной техники сертифицирован системой «Евро-Регистр». Камский моторный завод – единственный завод в России по изготовлению гильз и поршней диаметра более 145 мм.

1.2.18 Поршни фирмы ООО «Самара Трейдинг Компани» (Россия, Самара)

Российское предприятие ООО «Самара Трейдинг Компани» (СТК) создано в августе 1988 года. В настоящее время "Самара Трейдинг Компани"

является одним из ведущих российских предприятий, выпускающих поршни для двигателей. Логотип компании представлен на рисунке 19.



Рисунок 19–Логотип ООО «Самара Трейдинг Компани»

Предприятие оснащено современным программным оборудованием (станки ЧПУ) отечественного и импортного производства. Поршневое литье производится на автоматических кокилях, созданных по оригинальной технологии фирмы СТК. Данная технология гарантирует высокоточную форму отливка, что позволяет добиться наилучшего качества готовой продукции. Лаборатория литейного цеха оснащена современным оборудованием для контроля хим. состава алюминиевого сплава посредством спектрального анализа. На предприятии создана и запатентована оригинальная технология механической обработки изделий, не имеющая аналогов в мире. Технология позволяет, в отличие от всех других производителей поршней, производить всю обработку не на поточной технологической линии, а на одном обрабатывающем центре за один постанов детали. При данной технологии деталь получается абсолютно геометрически правильной формы, что дает значительное повышение ресурса работы двигателя. Технология позволяет добиться микронной точности, что значительно облегчает весовой и размерный контроль при подборе комплектов. Фирма СТК имеет три мировых патента на

разработанные технологии, сертификаты качества, а также регулярно проводит стендовые испытания своих изделий. Также стоит отметить что компания «СТК» единственный производитель поршней в России, который изготавливает поршня по индивидуальным чертежам клиента.

Вывод: Представленные выше производители поршней двигателей внутреннего сгорания поставляют свою продукцию по всему миру, на диаграмме 1 представлено процентное соотношение поставок на мировой рынок сбыта.

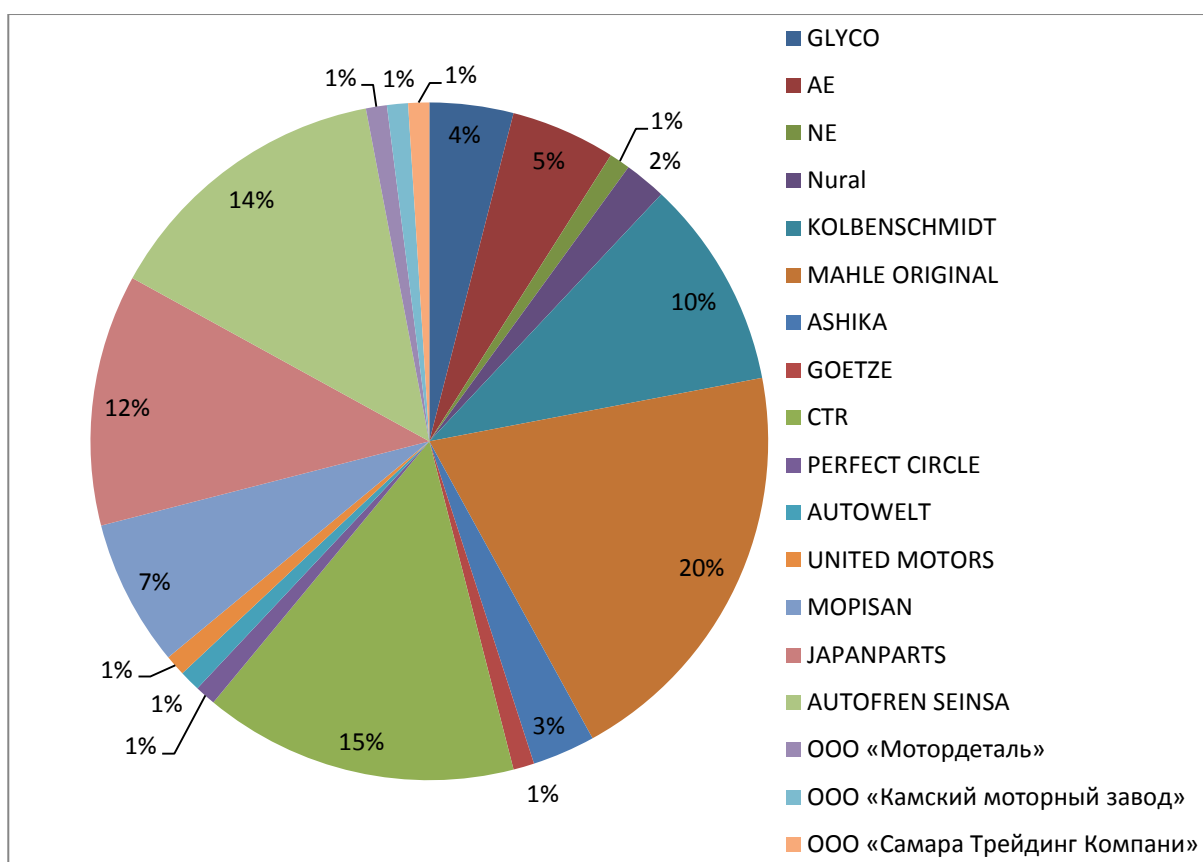


Диаграмма 1 – Процентное соотношение производителей поршней на мировой рынок сбыта

1.3 Основные виды неисправностей поршней в двигателе внутреннего сгорания

Ввиду требований к современным двигателям внутреннего сгорания, внутренние детали постоянно подвергались усовершенствованиям и модификациям. Были оптимизированы производственные процессы в конструировании двигателей, были уменьшены производственные допуски и масса конструктивных элементов, а качество материалов повышено. Форма камер сгорания и пути прохождения газов были оптимизированы с целью понижения расхода топлива и выбросов отработанных газов. Несмотря на это существенных конструктивных изменений не произошло в характеристике повреждений поршней и цилиндров. Как и прежде основные причины дефектов двигателей сводятся к неисправностям, нарушениям и перегрузкам термического или механического вида. В результате повреждаются детали двигателей под высокой нагрузкой, прежде всего на поршнях. Далее рассмотрим основные виды неисправностей поршней и их причины.

1.3.1 Задиры из-за недостаточного зазора на юбке поршня

На поверхности юбки поршня имеется несколько одинаковых задиров. Задиры возникли на нагруженной и не нагруженной стороне, т.е. к задирам на одной стороне поршня имеются соответствующие задиры на противоположной стороне. Зона колец не имеет повреждений. На рисунке 20 представлен внешний вид поврежденного поршня.



Рисунок 20 – Внешний вид поврежденного поршня, вследствие недостаточного зазора на юбке поршня

Возможные причины повреждений: Недостаточный диаметр цилиндра; Слишком сильная или неравномерная затяжка головки цилиндра (перетяжка); неровные торцевые поверхности на цилиндре или на головке цилиндров.

1.3.2 Задиры от работы без смазки на юбке поршня.

На зоне рабочей поверхности там, где на юбке обычно отражается вид рабочей поверхности, имеются задиры, распространяющиеся частично до кольцевого поля. На противоположной стороне юбке имеются небольшие задиры. Поверхности задиров не темная и имеет почти металлический блеск. На рисунке 21 представлен внешний вид поврежденного поршня



Рисунок 21 – Внешний вид поврежденного поршня, вследствие работы без смазки

Возможные причины повреждения: Нехватка из-за недостаточного количества масла в двигателе; слишком низкое давления масла в двигателе.

1.3.3 Задиры на головке поршня двигателей

Головка поршня имеет отдельные задиры в основном на жаровом поясе. Поверхность задиров шероховата и со следами трения отчасти даже разрывы материала. На рисунке 22 представлен внешний вид поврежденного поршня



Рисунок 22 – Внешний вид поврежденного поршня дизельного двигателя, вследствие не корректной работы топливной аппаратуры.

Возможные причины повреждения: Из-за дефектов форсунок нераспыленного топлива разбрызгано на стенку цилиндра и разбавляет масляную пленку вплоть до сухого трения, все это происходит из-за негерметичных, загрязненных форсунок, заклинившей иглы форсунки из-за перекоса корпуса форсунки.

1.3.4 Задиры поршней от перегрева

При наличии задира от перегрева масляная пленка разрушается в результате слишком высоких температур. Сначала появляется полусухое трение и отдельные места истирания. В дальнейшем поршень в цилиндре работает вплоть до сухого трения из-за дополнительного нагрева в местах истирания. Задиры имеют темный цвет и сильное истирание. На рисунке 23 представлен внешний вид поврежденного поршня.



Рисунок 23 – Внешний вид поврежденного поршня, из-за перегрева двигателя

Возможные причины повреждения: длительная, высокая нагрузка на двигателя, когда он еще не полностью прошел обкатку; перегрев в результате нарушения процесса сгорания; нарушения в системе охлаждения двигателя; нарушение в снабжении маслом (поршня с масляным охлаждением или с охлаждением или с охлаждающим каналом).

1.3.5 Задиры в головке поршня в результате использования бракованных поршней

На головке поршня видны локальные явные риски заедания распределенные по всему периметру. Эти риски заедания особенно сильно образовались на жаровом поясе. На рисунке 24 представлен внешний вид поврежденного поршня



Рисунок 24 – Внешний вид поврежденного поршня

Возможные причины повреждения: Использование поршней с неправильной формой глубиной и диаметром углубления; использование поршней других размеров (степень сжатия); использование поршней неправильной конструкции, использование поршней без охлаждающего канала если изготовителем двигателя для соответствующего назначения предусмотрен охлаждающий канал.

1.3.6 Задиры в бобышках поршневых пальцев (с задирами на юбке поршня)

Поршень имеет задиры по всему периметру в основном на головке поршня. В обеих бобышках поршневых пальцев имеются задиры. Поскольку центр задиров находится на головке поршня, повреждение очевидно

началось в результате нарушения режима сгорания. На рисунке 25 представлен внешний вид поврежденного поршня.



Рисунок 25 – Внешний вид поврежденного поршня с задирами на юбке поршня

Возможные причины повреждения: Нарушения режима сгорания, приводящие к комбинированным задирам из-за недостаточного зазора и работы всухую на головке поршня и в дальнейшем также приводящие к задирам в опоре пальцев.

1.3.7 Износ поршней, поршневых колец и рабочей поверхности цилиндра из-за переполнения топливом (повышенный расход масла)

Поршень имеет следы износа на жаровом поясе и на юбке поршня. На юбке поршня уже видны слабо развитые места трения характерные для работы без смазки в результате переполнения топливом. Поршневые кольца имеют очень сильный радиальный износ. Обе перемычки (несущие поверхности) маслосъемного кольца полностью удалены, что является признаком значительного износа. На рисунке 26 представлен внешний вид поврежденного поршня.



Рисунок 26 – Внешний вид поврежденного поршня из-за повышенного расхода масла

Возможные причины повреждения: переполнение топливом из-за нарушения в системе приготовления смеси в топливной системе; нарушения в системе зажигания; недостаточное давление сжатия; неправильный размер выступающей длины поршня.

1.4 Обзор существующих технологий изготовления поршней

Поршень работает в экстремальных условиях под стабильно высокими механическими нагрузками. Поэтому для современных двигателей их изготавливают из специальных алюминиевых сплавов, отличающихся легкостью и прочностью при достаточных показателях термостойкости. Несколько менее распространены стальные поршни. Ранее они в основном производились из чугуна. Их применяли в одних из первых автомобилей, для материала поршней использовали серый чугун. Стоит отметить, что, как и у любого материала, у чугуна имеются как достоинства так и недостатки. Из достоинств следует отметить хорошую износостойкость и достаточную прочность. Но наиболее важным фактором чугунных поршней, устанавливаемых в двигатели с чугунными блоками (или гильзами) – это такой же коэффициент теплового расширения, как и чугунного цилиндра двигателя внутреннего сгорания, а из этого следует что тепловые зазоры можно принимать минимальными, то есть гораздо меньше чем у

алюминиевого поршня, работающего в чугунном блоке. Этот фактор позволял увеличить компрессию и ресурс поршневой группы. К еще одного существенному преимуществу чугунных поршней относится небольшое (около 10% снижения механической прочности при нагреве поршня). У алюминиевого поршня снижения механической прочности при нагреве ощутимо больше. Но с появлением более оборотистых двигателей, при использовании чугунных поршней, на больших оборотах стал, выявляется их главных недостаток – это избыточная масса по сравнению с алюминиевыми поршнями. И тем самым производители поршней изменили материал изготовления поршней на алюминиевый сплав.

Стоит отметить что на каждом поршне обязательно присутствует маркировка, которая укажет, из чего оно изготовлено. Наиболее распространенные в изготовлении поршней считаются два метода – литьем и штамповкой. Кованые поршни, распространенные в доработке двигателя внутреннего сгорания (тюнинге), изготовлены именно методом штамповки. Рассмотрим подробно далее основные методы изготовления.

1.4.1 Изготовление поршня путем литья

Изготовление обычным литьем является самым простым и самым старым способом, большинство производителей отказались от данного метода из-за большой вероятности появления дефектов литья при его окончании (пористость поверхности, раковины и т.д.), что значительно снижает долговечность и прочность изделия. Технология очень проста: в кокиль (матрицу для поршня) заливается раскаленный до жидкого состояния алюминиевый сплав, который повторяет форму кокиля, далее затвердевает в нем и проходит термообработку. После чего, механическим способом снимают лишний материал для получения нужных размеров. Заготовка литого поршня описанным выше методом представлена на рисунке 27



Рисунок27 – Заготовка литого поршня

1.4.2 Изготовления поршня путем литья под давлением

Изготовление данным способом 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.

В отличие от литья простым методом, изготовления поршня путем литья под давлением, алюминиевым сплав раскаленный до жидкого состояния заполняет заранее заготовленную форму и кристаллизуется под очень высоким давлением (в пределах 200-200 МПа), и это давление создается специальным гидропрессом. Из-за этого механические свойства застывавшего металла повышаются на 15-20%, а термостойкость поршня возрастает в 2 раза. К еще одному достоинству данного метода относится невозможность появления различного рода литейных дефектов, такие как пористость застывшего алюминиевого сплава и наличие в нем газовых раковин и пузырьков. 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. При производстве

поршней, чтобы не испортить преимущества такой технологии, механическую обработку изделия проводят на высокоточном оборудовании, где весь процесс и качество готового изделия контролирует электроника, на рисунке 28 представлена обработка заготовки поршня с применением ЧПУ. После обработки поршня на его юбку наносится специальное покрытие дисульфида молибдена, в результате нанесения такого покрытия снижается трение между поршнем и цилиндром двигателя внутреннего сгорания и вероятность задигов при экстремальных условиях эксплуатации, а так же при обработке мотора.



Рисунок 28 – Обработка заготовки на токарном станке с применением ЧПУ

1.4.3 Изготовление поршней способом изотермической штамповки.

Поршня изготовленные данным способом широко распространены в автоспорте из-за повышенных требований к качеству всех деталей в двигатели, и в особенности поршней. Стандартные литые поршни для двигателей внутреннего сгорания намного тяжелее (порядка 40грамм больше если взять за основу поршень одной модели и одного размера), и при этом менее прочные - твердость по Бриннелю у штампованных поршней составляет порядка 120 единиц, а улитых 80-90. А термоциклическая стойкость штампованных поршней больше в 5-6 раз и литые поршни до появления первых трещин выдерживают примерно 400 испытательных нагревов и охлаждений, а кованые поршня порядка 2500. Поэтому в

высокофорсированных двигателях применяют штампованные поршня, это увеличивает ресурс и обеспечивает прирост мощности двигателю. Технология изготовления такого 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. Далее поршень обрабатывается на токарном станке с применением ЧПУ. Этапы формирования штампованного поршня представлены на рисунке 29.



а-заготовка отрезанная от пропущенного через фильеры прутка; б- паунсон, который формирует внутренний контур поршня; в- заготовка поршня вышедшая из под пресса; г- заготовка поршня после обработке верхнего слоя металла на станке; д- поршень после конечной механической обработки на особо точном станке.

Рисунок 29– Этапы формирования штампованного поршня,

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.

1.5 Обзор возможных методов измерения

Индикаторный метод. Существует 2 вида индикаторов, индикаторный нутромер, предназначенный для измерения диаметров внутренних цилиндрических поверхностей, и индикаторы часового типа которые служат для измерения отклонений от заданных размеров геометрической формы деталей.

Индикаторы часового типа относятся к группе рычажно-механических приборов. В этих приборах зубчатые передачи используются для преобразования малых перемещений измерительного штока в большие перемещения стрелки. Зубчатые передачи обеспечивают возможность создания приборов с большими пределами измерения при небольших габаритах прибора.

Индикаторы выпускаются двух типов: нормальные и малогабаритные. Пределы измерений нормальных индикаторов $0\div 5\text{мм}$ и $0\div 10\text{мм}$. Малогабаритных - $0\div 2\text{мм}$ и $0\div 3\text{мм}$. Индикаторы выпускаются с ценой деления $0,01\text{мм}$, $0,002\text{мм}$ и $0,001\text{мм}$.

Основная шкала индикатора вместе с ободком может поворачиваться. Это необходимо для удобства: на «0» прибор можно установить при любом положении стрелки. На некоторых индикаторах шкала закрепляется в нужном положении стопором.

Индикаторы применяются в разнообразных случаях: для абсолютного (в пределах шкалы) или относительного измерения размеров изделий, для контроля правильности геометрической формы деталей, в различных приборах и установках. Изображение индикатора часового типа представлен на рисунке 30.



Рисунок 30 – Внешний вид индикатора часового типа

Микрометрических метод. Микрометр – универсальный инструмент (прибор), предназначенный для измерений линейных размеров абсолютным или относительным контактным методом в области малых размеров с низкой погрешностью (от 2 мкм до 50 мкм в зависимости от измеряемых диапазонов и класса точности), преобразовательным механизмом которого является микропара винт – гайка.

Действие микрометра основано на перемещении винта вдоль оси при вращении его в неподвижной гайке. Перемещение пропорционально углу поворота винта вокруг оси. Полные обороты отсчитывают по шкале, нанесённой на стебле микрометра, а доли оборота – по круговой шкале, нанесённой на барабане. Оптимальным является перемещение винта в гайке лишь на длину не более 25 мм из-за трудности изготовления винта с точным шагом на большей длине. Поэтому микрометр изготавливают несколько типоразмеров для измерения длин от 0 до 25 мм, от 25 до 50 мм и т. д.

Предельный диапазон измерений наибольшего из микрометров заканчивается на отметке в 3000 мм. Для микрометров с пределами измерений от 0 до 25 мм при сомкнутых измерительных плоскостях пятки и микрометрического винта нулевой штрих шкалы барабана должен точно совпадать с продольным штрихом на стебле, а скошенный край барабана – с

нулевым штрихом шкалы стебля. Для измерений длин, больших 25 мм, применяют микрометр со сменными пятками; установку таких микрометров на ноль производят с помощью установочной меры, прикладываемой к микрометру, или концевых мер. Измеряемое изделие зажимают между измерительными плоскостями микрометра. Обычно шаг винта равен 0,5 или 1 мм и соответственно шкала на стебле имеет цену деления 0,5 или 1 мм, а на барабане наносится 50 или 100 деления для получения отсчёта 0,01 мм. Постоянное осевое усилие при контакте винта с деталью обеспечивается фрикционным устройством – трещоткой (храповиком). При плотном соприкосновении измерительных поверхностей микрометра с поверхностью измеряемой детали трещотка начинает проворачиваться с лёгким треском, при этом вращение микровинта следует прекратить после трёх щелчков. На рисунке 31 изображен внешний вид микрометра



Рисунок 31 – Внешний вид микрометра

Метод калибров. Для выполнения операций технического контроля в условиях массового и крупносерийного производства широко используют контрольные инструменты в виде калибров.

Калибры – это тела или устройства, предназначенные для проверки соответствия размеров изделий или их конфигурации установленным допускам. Они применяются чаще всего для определения годности деталей с точностью 6... 18 квалитетов, а также в устройствах активного контроля, работающих по принципу «западающего калибра».

С помощью предельных калибров определяют не численное значение контролируемого параметра, а выясняют, выходит ли этот параметр за предельные значения или находится между двумя допустимыми.

При контроле деталь считается годной, если проходная сторона калибра проходной калибр-скоба под действием усилия, примерно равного массе калибра, проходит, а непроходная сторона калибра непроходной калибр-скоба не проходит по контролируемой поверхности детали. Если проходной калибр-скоба не проходит, деталь относят к бракованным с исправимым браком. Если непроходной калибр-скоба проходит, деталь относят к бракованным с неисправимым браком.

Виды гладких калибров для цилиндрических отверстий и валов устанавливает ГОСТ 24851–81. В системе ИСО гладкие калибры стандартизованы ИСО-Р1938–1971.

Различаются несколько типов калибров предназначенные для различных целей:

Калибр–скобы для контроля валов. Регулируемые калибр-скобы (представлены на рисунке 32) позволяют компенсировать износ и могут настраиваться на разные размеры, относящиеся к определенным интервалам. Однако по сравнению с нерегулируемыми скобами они имеют меньшую точность и надежность и обычно применяются для контроля размеров с допусками не точнее 8 квалитета точности.



Рисунок 32 – Внешний вид регулируемого калибр-скобы

По назначению предельные калибры подразделяют на рабочие, приемные и контрольные

Рабочие калибры предназначены для контроля деталей в процессе их изготовления. Ими пользуются операторы и наладчики оборудования, а также контролеры ОТК завода-изготовителя.

Приемные калибры применяют для приемки деталей представителями заказчика.

Для установки регулируемых калибр-скоб и контроля нерегулируемых калибр-скоб, а также для изъятия из эксплуатации вследствие износа применяют контрольные калибры, которые имеют форму шайб. Несмотря на малый допуск контрольных калибров они все же искажают установленные поля допусков на изготовление и износ рабочих калибров, поэтому вместо них, по возможности, целесообразно применять концевые меры длины или универсальные измерительные приборы.

При изготовлении деталей калибров с рабочей поверхностью из цементуемой стали 15 или 20 толщина слоя цементации должна быть не менее 0,5 мм. Рабочие поверхности, а также поверхности заходных и выходных фасок (притуплений) калибр-пробок всех видов размером 1... 100 мм (кромелистовых и неполных калибр-пробок) хромируют или наносят другое износостойкое покрытие.

Калибры для контроля глубин и высот уступов. Эти калибры составляют особую группу. Конструктивно представляют собой ступенчатые пластины той или иной формы. ГОСТ 2534 – 77 предусматривает виды калибров с охватом размеров

Калибрами определяют годность изделия по наличию зазора между соответствующими плоскостями калибра и изделия. Вместо проходной и непроходной сторон у этих калибров имеются стороны, соответствующие наибольшему и наименьшему предельным размерам изделия.

Основными методами контроля являются следующие методы: световой щели, или на просвет, надвигания, осязания, по рискам.

От выбранного метода зависят и средства контроля:

- калибры для контроля на просвет;
- калибры для контроля методом надвигания;
- калибры для контроля методом осязания;
- калибры для контроля по рискам.

Калибрами по методу на просвет контролируют допуски не менее 0,04...0,06 мм. Минимальные допуски изделий, контролируемых ступенчато-стержневыми калибрами, составляют 0,03 мм, контролируемых по осязанию – 0,01 мм.

Конусные калибры. Контроль наружных конусов выполняется конусными калибр-втулками, а контроль внутренних конусов – конусными калибр-пробками. ГОСТ 24932 – 81 устанавливает виды и исполнения калибров для гладких конусов с отдельным нормированием каждого вида допуска с диаметрами в заданном сечении до 200 мм, конусностью от 1:3 до 1:50, допусками диаметров 6... 12 квалитетов, допусками углов конусов 4...9 степеней точности. На рисунке 35 представлен внешний вид конусного калибра.



Рисунок 35 – Внешний вид конусного калибра

Калибры для контроля расположения поверхностей. Допуски, методика расчета исполнительных размеров и общие указания по применению калибров для контроля расположения поверхностей установлены ГОСТ 16085 – 80.

Он распространяется на калибры неразъемной конструкции, предназначенные для контроля поверхностей (их осей или плоскостей симметрии) с зависимыми допусками расположения, а также для контроля прямолинейности оси при зависимом допуске формы.

Измерительные поверхности калибров расположения представляют собой композицию элементов, воспроизводящих совокупность поверхностей сопрягаемых деталей.

При этом размеры отдельных измерительных поверхностей выполняют по самому неблагоприятному для сборки размеру (по проходному пределу), а их относительное расположение или положение относительно базового элемента с очень высокой точностью выдерживают по указанным на чертеже изделия номинальным размерам

Комплексные проходные калибры. Точность размеров, формы и положения поверхностей у деталей с прямобочными шлицами, как правило, контролируют комплексными проходными калибрами (ГОСТ 24959—81, ГОСТ 24960—81): шлицевые втулки проверяют калибр-пробками, а шлицевые валы — калибр-кольцами. На рисунке 36 представлен внешний вид набора резьбовых шаблонов.

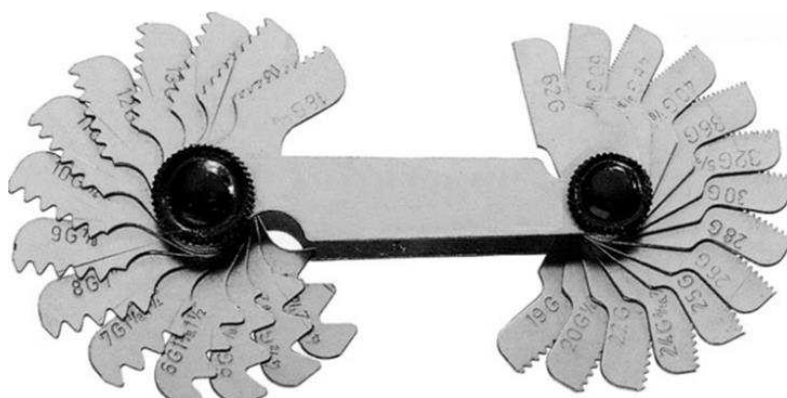


Рисунок 36 – Внешний вид набора резьбовых шаблонов

Калибры-щупы. Это нормальные калибры для проверки зазора между поверхностями. Щупы представляют собой пластины с параллельными измерительными плоскостями. В соответствии с ТУ 2-034-0221197 – 91

щупы изготавливаются длиной 100 и 200 мм. Щупы длиной 100 мм могут изготавливаться отдельными пластинами и наборами (четырёх номеров), включающими следующие номинальные размеры пластин:

- набор № 1 (9 щупов) – с толщиной от 0,02 до 0,1 мм с градацией через 0,01 мм;
- набор № 2 (17 щупов) – с толщиной от 0,02 до 0,5 мм;
- набор № 3 (10 щупов) – с толщиной от 0,055 до 1 мм с градацией через 0,05 мм;
- набор № 4 (10 щупов) – с толщиной от 0,1 до 1 мм с градацией через 0,1 мм.

При применении щупов либо используется один из них, либо складываются два и более щупа для набора требуемой толщины.

Допускаемые отклонения толщины новых щупов колеблются от 5 до 15 мкм в зависимости от их номинальной толщины. При применении набора щупов погрешность контроля увеличивается.

Тепловизиорное измерение. Определить абсолютную температуру объекта с помощью инфракрасной термографии очень трудно из-за влияния многочисленных технических факторов и факторов окружающей среды. В результате абсолютные термографические измерения производятся только, если требуется очень точное измерение температуры или температура близка к критической для данного процесса. Эти измерения проводятся при предельно жестком контроле лабораторных условий. В нормальных условиях этот тип измерений не используется для мониторинга режима работы оборудования

Тепловизорами называют приборы, которые исследуют поверхность или объект путем теплового излучения. Устройства преобразуют инфракрасные излучения, поступающие от объекта наблюдения, последовательно преобразуя из электрической формы в видимую картинку. Аппарат способен определить показатель температуры и характеристики температурного поля объекта, вступив с ним в непосредственный контакт.

Принцип работы тепловизора. Основу прибора составляет приемник инфракрасных излучений. Именно он отвечает за трансформацию сигнала в графическое изображение и определение температурного показателя путем вывода картинки на дисплей устройства. Форма, в которой подается результат измерений, является легко считываемой. Принцип работы тепловизора представлен на рисунке 37



Рисунок 37 – Принцип работы тепловизора

Многообразие тепловизоров. Виды тепловизоров классифицируют в зависимости от выполняемых функций и их конструктивного исполнения. Оборудование позволяет решать задачи наблюдения за объектами и снятия измерений.

Наблюдательные виды тепловизоров способны создавать картинку в пределах инфракрасного излучения, являющимся видимым на цветовой шкале. Аппараты измерительного типа выполняют аналогичную функцию, но присваивают каждой точке светового сигнала значение температуры. Это позволяет пользователю визуально анализировать распределение температур на исследуемом участке.

В отдельную группу выделяют оборудование визуального типа. Такие пирометры дают возможность зрительно определить зоны с отклонениями от нормальной температуры.

Относительно недавно применение тепловизоров ограничивалось оборонной сферой. Сегодня, помимо военных ведомств, аппаратура востребована в строительной области и производственном направлении, где позволяет разрешить множество хозяйственных проблем. Производители выпускают типы тепловизоров, представленные в качестве самостоятельной единицы оборудования или составной части биноклей гражданского назначения и прочих оптических механизмов.

Наиболее часто тепловизоры классифицируют на 3 группы по их измерительному диапазону. Это позволяет выделить пирометры строительного, высокотемпературного и промышленного типов. Соответственно, данное деление определяет и применение тепловизоров. Строительное оборудование способно взаимодействовать с объектами, температура которых достигает 350 градусов Цельсия.

У промышленных аппаратов верхняя температурная граница превосходит 350 градусов по шкале Цельсия. Уникальные способности приборов открывают возможности по диагностике электросетей и промышленных систем различного назначения.

Высокотемпературное оборудование способно фиксировать температуры, превышающие 1000 градусов по шкале Цельсия. Их применяют в процессе диагностики технологических процессов с крайне высокой степенью нагрева

В зависимости от назначения, типы тепловизоров подразделяют на:

- диагностические;
- военные;
- морские;
- медицинские;
- научные;

- мультисенсорные;
- строительные;
- для систем автоматики.

Диагностические пирометры позволяют выявлять проблемные участки путем анализа температурных показателей систем. Медицинская техника с интегрированными тепловизорами востребована при выявлении у пациентов различного рода заболеваний путем изучения показателей инфракрасного излучения. Морские пирометры способны анализировать инфракрасное изображение при критических погодных условиях.

Основное преимущество мультисенсорных приборов – возможность значительно повысить безопасность охраняемых объектов. Это позволяет включать их в состав современных систем обеспечения безопасности.

Пирометры научного типа позволяют решить обширный спектр задач. Модели могут принадлежать к числу охлаждаемых и не охлаждаемых. Выбор того или иного аппарата зависит от условий предстоящего эксперимента и результата, который необходимо получить пользователю. Строительная аппаратура востребована при обследовании конструкций зданий. Она позволяет моментально и с высокой точностью выявлять дефекты и неисправности.

В системах автоматизации принцип работы тепловизора позволяет вести мониторинг оборудования и контролировать состояние исследуемого объекта путем анализа разницы температурных показателей. Все чаще подобные приборы включают в состав систем контроля транспортных потоков, поскольку они показывают высокую эффективность при ведении круглосуточного наблюдения за перемещением автотранспорта и людей вне зависимости от условий видимости и уровня освещенности.

Выводы по первой главе:

1. Наиболее значимыми факторами, лимитирующую надежность ЦПГ, следует признать поршень, с учетом его конструкции, материала изготовления и термообработки;
2. На стабильность зазора поршень –цилиндр влияет конструкция этих деталей, материал изготовления, и их термообработка. Стабильность данного зазора можно признать интегральным показателем качества деталей ЦПГ;
3. Размерным контроль температурной деформации поршня позволит исключить операций по контролю состава металла и его микроструктуры после термообработки;
4. Равномерность нагрева наиболее оперативно возможно контролировать тепловизором.

2 Теоретическое исследование

2.1 Аналитическая оценка деформации

Температура поршня при работе прогретого исправного бензинового двигателя является величиной, зависящей от точки измерения температуры, т.к. температурное поле неоднородно. Ниже на рисунке 38 показано распределение температур поршня бензинового двигателя при его работе. Температура в точке измерения должна быть следующей – не выше 140 градусов по Цельсию.

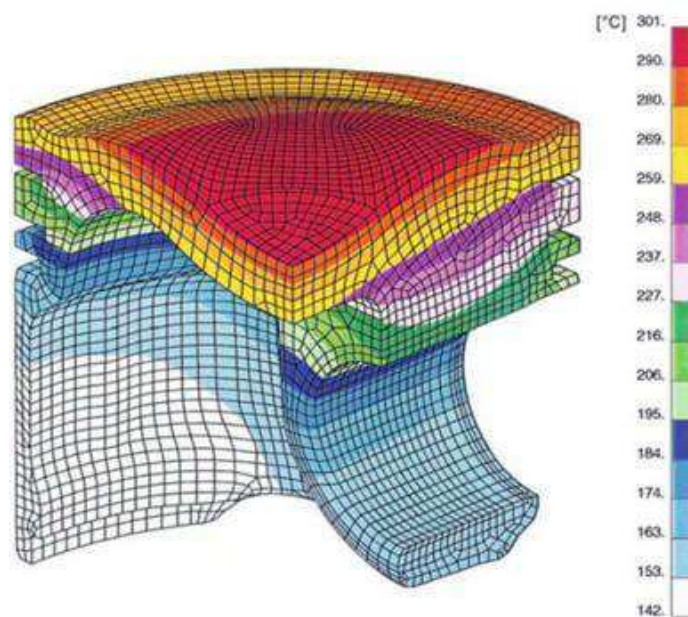


Рисунок 38 – Распределение температур поршня бензинового двигателя при его работе

Степень расширения металлов учитывается коэффициентом термического расширения α . Коэффициент показывает, насколько миллионных долей длины детали расширяется материал при нагреве на один градус Цельсия. Для стали этот коэффициент $\alpha = 13,08 \cdot 10^{-6}$ (мм/мм °С) [9]. Для обычного (незаэвтектоидного) алюминиевого сплава этот коэффициент $\alpha = 23,8 \cdot 10^{-6}$ (мм/мм °С). Изменение диаметра - ΔD (мм) можно подсчитать по формуле:

$$\Delta D = \Delta T \cdot \alpha \cdot D,$$

где D – длина нагретого участка металла,

ΔT – разность температур при нагреве – охлаждении.

2.2 Факторы влияющие на температурную деформацию поршней

Детали цилиндропоршневой группы при работе ДВС находятся под воздействием переменного по времени поля температур. В точке цикла температура достигает 1500 — 2000 °С. Воздействие высоких температур определяет тепловую нагрузку цилиндра.

Под тепловой нагрузкой имеется в виду количество тепла, передаваемого от газов к охлаждающей среде. Тепловая нагрузка определяется долей тепла $Q_{охл}$ в уравнении теплового баланса:

$$Q_m = Q_e + Q_{газ} + Q_{охл} + Q_{нб}$$

В качестве параметра тепловой нагрузки обычно используется величина удельного теплового потока:

$$q_{охл} = K (T_{газ} - T_{охл}),$$

где $K = 1 / (1 / \alpha_1 + \delta / \lambda + 1 / \alpha_2)$ — коэффициент теплопередачи;

α_1 — коэффициент теплоотдачи от газов к стенке цилиндра;

α_2 — коэффициент теплоотдачи от стенки к охлаждающей среде;

λ — коэффициент теплопроводности материала стенок цилиндра;

δ — толщина стенок цилиндра;

$T_{газ}$ и $T_{охл}$ — температура газов и охлаждающей среды.

Тепловая нагрузка цилиндра определяет его тепловую напряженность, которая в большинстве случаев является главной причиной аварийных износов и разрушений деталей ЦПГ, особенно у высокофорсированных двигателей.

Под тепловой напряженностью имеется в виду абсолютная температура на поверхности стенок цилиндропоршневой группы ($T_{ст1}$, $T_{ст2}$), а также температурные напряжения из-за неравномерности температуры в различных точках деталей цилиндра. Связь между тепловой нагрузкой и температурой на поверхности деталей устанавливается уравнениями теплоотдачи и теплопроводности:

$$q_{охл} = \alpha_1 (T_{газ} - T_{ст1});$$

$$q_{охл} = \lambda / \delta (T_{ст1} - T_{ст2}).$$

На установившемся режиме работы двигателя температура в каждой точке поверхности ЦПГ и в толще металла сохраняется практически

постоянной, несмотря на циклические изменения температуры газов в цилиндре за цикл и соответственно изменение величины $q_{\text{охд}}$ – это объясняется большой тепловой инерционностью металла, благодаря чему температура деталей не следует за изменением температуры газов в цилиндре. Небольшие колебания температуры наблюдаются лишь на самой поверхности стенок камеры сгорания.

Также, в обычном состоянии алюминиевые сплавы не отличаются высокой прочностью, при этом довольно пластичны. Наиболее неустойчивые сплавы включают в состав большое количество легирующих компонентов, которые влияют на равновесную структуру. Для упрочнения алюминиевых сплавов применяется методы термообработки. Путем равномерного нагрева, который регламентируется техническими условиями, получают соответствующую структуру, необходимую для начальной стадии распада твердого раствора.

С помощью термообработки можно получить множество типов структуры материала, которые соответствуют требованиям производства. Термическая обработка позволяет создать структуру, не имеющую аналогов.

2.3 Методика оценки химического состава на основе спектрального анализа состава материала поршней

Метод основан на возбуждении спектра сплава дуговым или искровым разрядом с последующей регистрацией его на фотопластинке с помощью спектрографа.

Для анализа используют образцы (после заточки): прутки круглого или квадратного сечения диаметром от 5 до 50 мм, длиной 30-100 мм, профили, диски, полосы толщиной не менее 2 мм, "грибки" с диаметром "шляпки" 30-50 мм, толщиной не менее 5 мм.

Допускается использовать образцы меньших размеров при наличии СОП соответствующих размеров.

Обыскиваемую поверхность образцов затачивают на плоскость механической обработкой. Параметр шероховатости поверхности должен быть не более 20 мкм по ГОСТ 2789. С образцов в виде "грибка", полученных заливкой металла в кокиль, снимают с нижней стороны (со шляпки) слой 1,5-2 мм; с прутковых образцов диаметром 5-10 мм, полученных заливкой металла в кокиль, снимают 5-10 мм. Если литой пруток имеет плоский торец, допускается снятие металла с торца на глубину 0,2-0,5 мм.

Подготовка анализируемых образцов (АО) и СОк анализу должна быть однотипной для данной серии измерений. На обработанной поверхности не допускаются раковины, царапины, трещины и шлаковые включения.

Благодаря данному методу можно точно определить процентное содержание любого материала, в том числе и поршня, но данный метод не применим для входного контроля качества, ввиду разрушающих воздействий на сам материал поршней. Перед самым анализом требуется произвести механическую чистку и полировку материала, что существенно испортит товарный вид изделия.

3 Экспериментальное исследование

3.1 Тепловизорное исследование

Для определения температуры поверхности поршней, и для точной диаграммы температурной деформации, был использован Тепловизор Testo 875-2 который широко применяется в профессиональной деятельности, в сфере энергетического аудита в конструкциях, объектах, сооружениях любой формы и сложности, на строительстве. Отдельным направлением применения может выступать промышленная термография для определения износа оборудования, механизмов. Проблемные места, влажные участки в строительных коммуникациях, элементах, показываются за счет использования цифрового фотоаппарата. Прибор сможет фиксировать точные результаты и способен анализировать их в рабочем температурном интервале – 20...2800, с минимальными отклонениями до 20 С. Оснащен

рабочим детектором с разрешением 160×120 пикселей, термочувствительным датчиком 80 мК . Позволяет анализировать значения в спектральном интервале $8 \dots 14 \text{ мкм}$. Устройство используется в температурных условиях $-15 \dots +40^\circ\text{C}$. Тепловизор Testo 875-2 поставляется с гарантией 3 года. Поступающие результаты выводятся на цветной ЖК дисплей. Для анализа и переноса данных на ПК и другие устройства есть функция копирования на карту памяти SD. Преимуществом аппарата можно назвать компактные размеры, эргономичный корпус и легкость. Включается и работает от литий-ионной аккумуляторной батареи, на протяжении 4 часов. Общий вид тепловизора представлен на рисунке 39.



Рисунок 39 – Общий вид тепловизор Testo 875-2

Таблица 1 – Технические характеристики тепловизора Testo 875-2

Размер детектора	160 x 120 пикселей
Качество снимка	< 80мК
Поле видимости	32°x23°
Фокусировка	ручная
Температура	-20 - +280°C
Дисплей	3,5"
ИК-Матрица	320 x 240
Частота обновления	9 Гц
Сменный телеобъектив	9°x7°
Цифровая камера	встроенная
Требования к системе	Windows XP (Service Pack 2), Windows Vista, Windows 7, интерфейс USB 2.0
Тип аккумулятора	литиево-ионный
Ресурс аккумулятора	4 часа
Габариты	152 x 108 x 262 мм
Масса	0,9 кг

3.2 Проектирование стенда для измерения температурной деформации поршней с оценкой его преимуществ и недостатком

Цель данной работы отсеять детали с наихудшими показателям температурной деформации, поскольку не существует справочных данных о нормативных значениях температурной деформации, следует производить сравнение тестовой партии поршней с эталонной деталью, соответственно будет производиться сравнительная оценка деформации (в процентах от эталонной).

Существует несколько способов нагрева деталей:

1. Нагрев газовой горелкой;
2. Инфракрасный нагрев;
3. Нагрев в среде теплоносителей.

Для измерения температурной деформации поршней были проверены все методы, в каждом применялись абсолютно разные виды нагрева поверхности поршня. В результате эксперимента было выяснено, какой способ является оптимальным и обладает минимальной погрешностью при измерениях.

Наиболее простой способ для определения температурной деформации – инфракрасный нагрев поршня. Стенд для произведения замеров, состоит из: станины, индикатора часового типа, выносного штатива для индикатора, крепления для технического фена. Общий вид стенда представлен на рисунке

40. Данный способ является не точным из-за неравномерного распределения температур поверхности. Аналогичными недостатком обладает метод инфракрасного излучения. На рисунках 41 и 42 изображена термограмма поршня в начале его нагрева и после, которая показывает, что распределение температуры является не равномерным, более того, сам измерительный инструмент подвергается нагреву, соответственно можно предположить, что это влияет на линейный размер после нагрева поршня.



Рисунок 40 – Общий вид стенда для измерения температурной деформации с применением инфракрасного нагрева

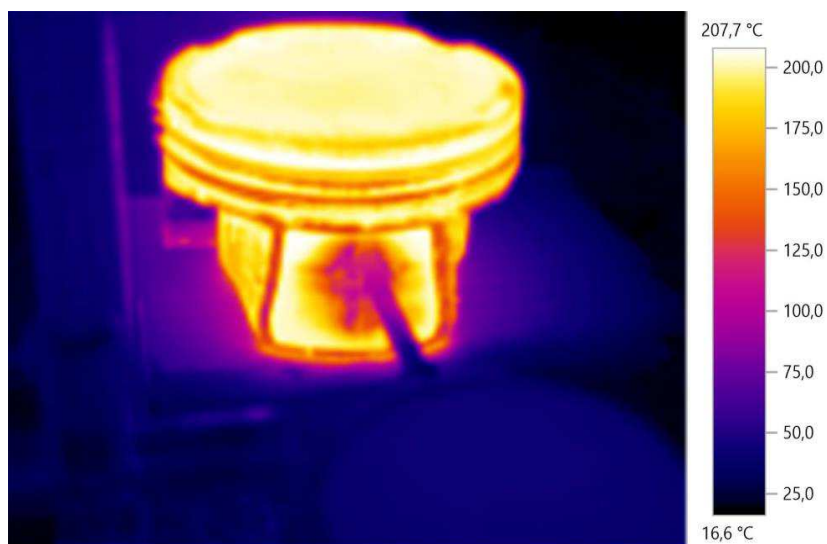


Рисунок 41 – Термограмма нагрева поршня

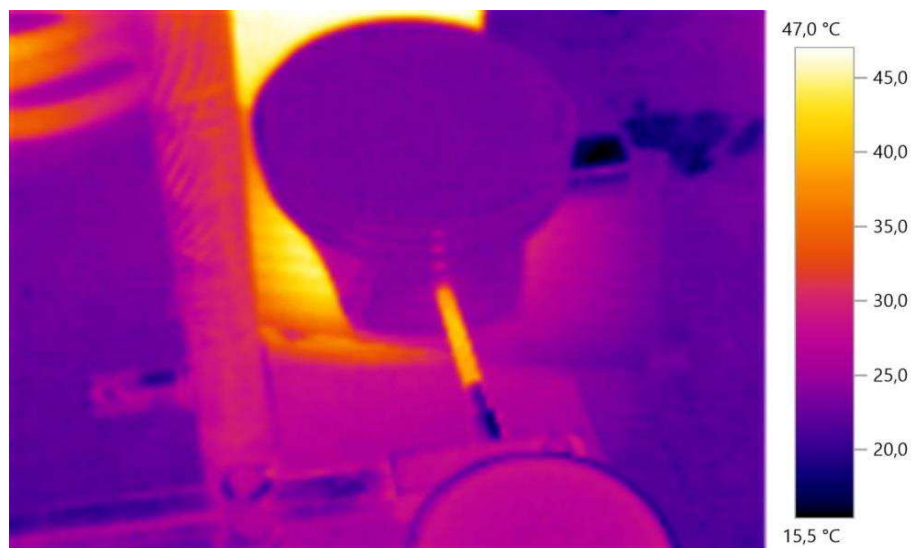


Рисунок 42- Термограмма нагрева поршня

Нагрев в среде теплоносителя (воды). Была произведена оценка температурной деформации при нагреве в воде до точки кипения, измерительный инструмент нагреву не подвергался, в отличие от нагрева индикаторной стойки часового типа при проведения эксперимента по первой методике (рис.42). по предложенному методу выше были приведены практические измерения поршней, результаты даны в таблице 2.

3.3 Результаты исследований

Для проведения эксперимента были выбраны 12 поршней диаметром 80mm от автомобиля Hyundai IX35 и 12 поршней диаметров 95mm от автомобиля Hyundai Equus.

Таблица 2 – Результаты эксперимента нагрева поршней в теплоносителе

№ поршня	Диаметр поршня			
	D=80mm		D=95m	
	Температура нагрева поршня	Размер поршня при различной температуре	Температура нагрева поршня	Размер поршня при различной температуре
1	При t=10,4°C	81-0,04mm	При t=8,2°C	96-0,02mm
	При t=85,7°C	81-0,001mm	При t=88,7°C	96+0,13mm
2	При t=10,8°C	81-0,04mm	При t=9,8°C	96-0,04mm
	При t=86,4°C	81-0,005mm	При t=89,4°C	96+0,1mm
3	При t=11,0°C	81-0,05mm	При t=10,0°C	96-0,02mm
	При t=86,5°C	81-0,001mm	При t=88,5°C	96+0,12mm
4	При t=10,7°C	81-0,04mm	При t=9,1°C	96-0,045mm

Окончание таблицы 2 – Результаты эксперимента нагрева поршней в теплоносители

	При t=87,1°C	81-0,005mm	При t=87,1°C	96+0,12mm
5	При t=10,4°C	81-0,05mm	При t=9,5°C	96-0,02mm
	При t=85,9°C	81-0,002mm	При t=87,7°C	96+0,12mm
6	При t=11,6°C	81-0,04mm	При t=10,4°C	96-0,04mm
	При t=85,6°C	81-0,001mm	При t=89,6°C	96+0,14mm
7	При t=10,4°C	81-0,04mm	При t=9,7°C	96-0,05mm
	При t=87,2°C	81-0,005mm	При t=86,3°C	96+0,16mm
8	При t=10,1°C	81-0,04mm	При t=11,1°C	96-0,045mm
	При t=85,6°C	81-0,004mm	При t=88,1°C	96+0,11mm
9	При t=10,5°C	81-0,05mm	При t=9,5°C	96-0,035mm
	При t=88,6°C	81-0,004mm	При t=85,9°C	96+0,13mm
10	При t=10,5°C	81-0,04mm	При t=11,0°C	96-0,04mm
	При t=86,3°C	81-0,005mm	При t=86,3°C	96+0,11mm
11	При t=11,1°C	81-0,05mm	При t=9,1°C	96-0,03mm
	При t=85,2°C	81-0,002mm	При t=86,7°C	96+0,12mm
12	При t=10,7°C	81-0,04mm	При t=8,8°C	96-0,02mm
	При t=86,8°C	81-0,001mm	При t=89,0°C	96+0,13mm

На одном примере разберем алгоритм исчисления безразмерного показателя качества:

$$\Delta T = 85,7 - 10,4 = 75,3, \text{ оС}$$

где 85,7 оС – это конечная температура нагрева поршня и 10,4 оС – начальная температура;

$$\Delta d = 81 - 80,96 = 0,04 \text{ mm}$$

где 81 mm – размер поршня при температуре 85,7 оС и 80,96 mm – это размер поршня до нагрева.

$\% = 0,04 * 1000/81 = 0,49$ – это и будет считаться как точка по горизонтальной оси. Результаты приведены в таблице 3.

Разница температур D=80	Разница температур D=95	Разница размеров D=80	Разница размеров D=95	% d=80	% d=95
75,3	80,5	0,039	0,15	0,481	1,560386976
75,6	79,6	0,035	0,14	0,432	1,456815817
75,5	78,5	0,045	0,14	0,556	1,456512692
76,4	78	0,035	0,165	0,432	1,716604245
75,5	78,2	0,048	0,14	0,593	1,456512692
74	79,2	0,039	0,18	0,481	1,872269607
76,8	76,6	0,035	0,21	0,432	2,183860233
75,5	77	0,036	0,155	0,444	1,612735407
78,1	76,4	0,046	0,165	0,568	1,716425674
75,8	75,3	0,035	0,15	0,432	1,560711685
74,1	77,6	0,048	0,15	0,593	1,560549313
76,1	80,2	0,039	0,15	0,481	1,560386976

Для дальнейшего построения графика зависимости % от начального размера поршня, следует учесть оба размера поршней 81mm и 95mm.

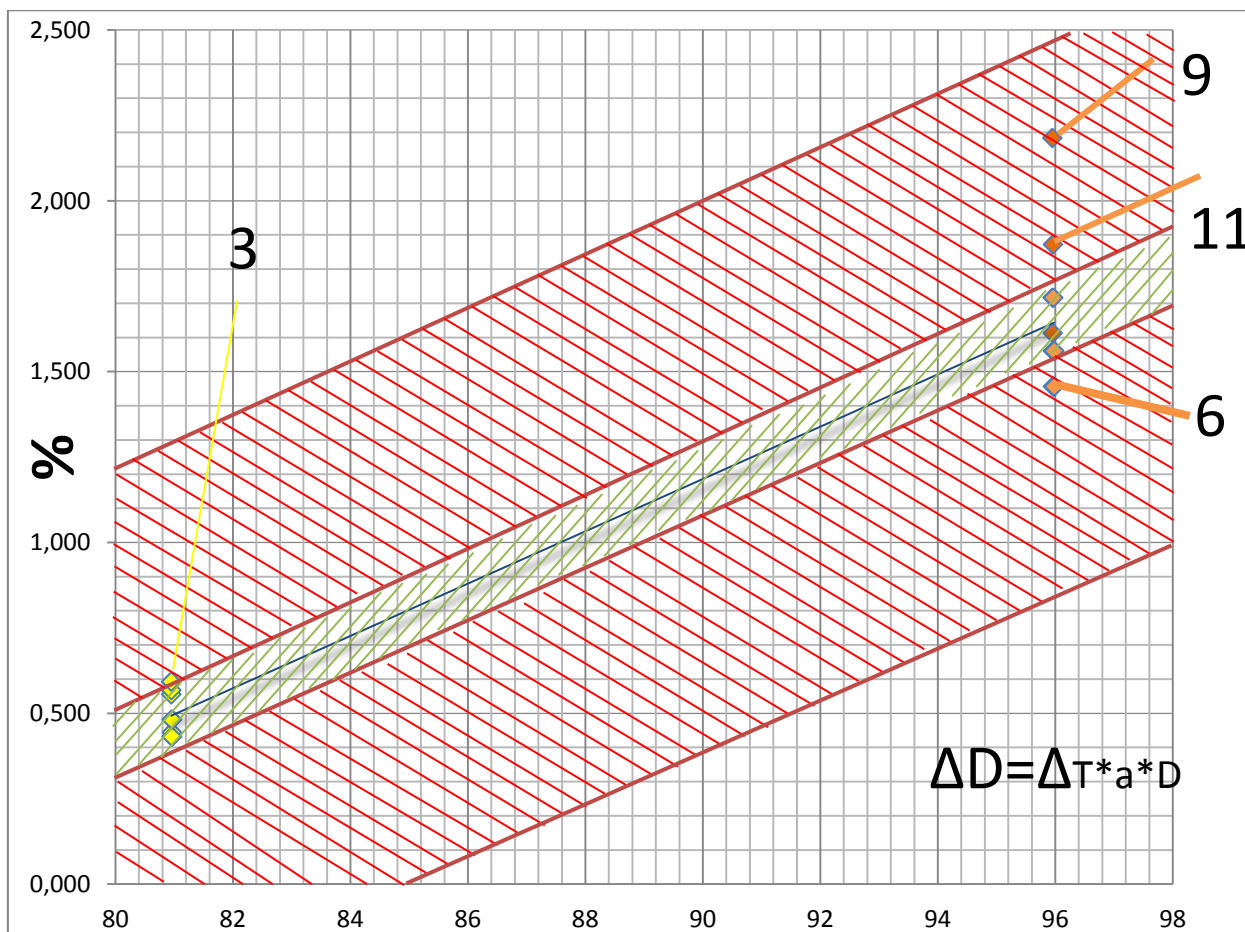


График 1 – Зависимость в процентном соотношении размеров от начального диаметра поршней

На графике 1 изображена зависимость в процентном соотношении размеров от начального диаметра поршней. Красным цветом обозначена область недопустимых значений, таким оказались точки 3, 11, 9 и 6 (соответствующие номеру испытуемого поршня), в зеленой области расположены точки которые считаются допустимыми для сборки ДВС. По центру, синем цветом расположена линия тренда, которая пересекается для средних значений показателей температурной деформации, отсюда следует и вывод, что чем ближе точка находится к данной линии, тем больше поршень подходит для сборки автомобильных ДВС.

В подтверждение результатов полученных в ходе эксперимента, был произведен спектральный анализ «отбракованных» поршней, который наглядно показывает, что в «отбракованной» партии нарушена технология изготовления, слишком низкое содержание кремний в составе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В частности, в справочнике для практических работников ремонтных предприятий сказано:

«Все двигатели серийно выпускаемых (или выпускавшихся) легковых автомобилей имеют поршни 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. Кремний, содержащийся в алюминиевом сплаве, снижает износ поршня в цилиндре и уменьшает коэффициент линейного расширения, что очень важно для получения малого теплового зазора поршня в цилиндре. В расплавленном состоянии кремний в данном количестве полностью растворен в алюминии. При увеличении содержания кремния возникает перенасыщение расплава, и при его охлаждении кремний выделяется в виде гранул размером до 0,5-1,0 мм, снижающих качество (прочность) отливки. Для увеличения количества кремния свыше 15% требуется повышенное легирование сплава никелем, магнием, медью и другими металлами, а также специальная технология (в основном режим охлаждения) отливки. Сплавы с содержанием кремния свыше 15% называют заэвтектическими.

На практике это приводит к тому, что встречаются случаи, когда состав материала поршня имеет малый процент кремния, вследствие чего при рабочих температурах происходит исчезновения зазора в сопряжении поршень-цилиндр, хотя в холодном состоянии размеры деталей отвечают требованиям заводов-изготовителей. На практике производится спектральный анализ состава материала поршня, выбранного случайным образом из партии деталей. Но это не гарантирует полное отсутствие брака части деталей в партии. А поскольку такой анализ является разрушающим методом контроля, то 100% контроль таким методом проводить невозможно.

В подтверждение результатов полученных в ходе эксперимента, был произведен спектральный анализ «отбракованных» поршней (таблицы 4, 5).

Таблица 4 – Результаты спектрального анализа поршня диаметром 95мм

Программа: AlSiCu				19.03.19 16:28:33		
Замечания: Al-alloys				Al-114353		
Среднее (n=2)				Элементы: Концентрации		
Probe: D=95mmQuality:						
Basis:						
X	Si= 9,146%	Fe= 0,435%	Mg= 0,91%	Cu= 3,37%	Ti= 0,077%	Zn= 0,107%
X	Mn= 0,105%	Ni= 1,85%	Cr= 0,029%	Pb= 0,024%	Sn= 0,008%	Zr= 0,035%
X	Al= 83,876%	AB 87= 18,043%	Be= 0,000%	Co= 0,027%		

Таблица 5 – Результаты спектрального анализа поршня диаметром 81мм

Программа: AlSiCu Замечания: Al-alloys Среднее (n=2)				19.03.19 16:28:33 Al-114353 Элементы: Концентрации		
Probe: D=80mmQuality: Basis:						
X	Si= 10,119%	Fe= 0,70%	Mg= 0,93%	Cu= 1,01%	Ti= 0,027%	Zn= 0,093%
X	Mn= 0,075%	Ni= 0,96%	Cr= 0,058%	Pb= 0,025%	Sn= 0,008%	Zr= 0,010%
X	Al= 85,968%	AB 87= 14,989%	Be= 0,000%	Co= 0,019%		

Область применения методики входного контроля качества поршней:

- ОТК на предприятиях по изготовлению поршней автомобильных двигателей;
- Входной контроль автосервисного производства при капитальном ремонте ДВС;
- При экспертном исследовании случаев отказа двигателей(ЦПГ).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 1583-93. Группа В51. МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ. СПЛАВЫ АЛЮМИНИЕВЫЕ ЛИТЕЙНЫЕ. Технические условия. Aluminiumcastingalloys. Specifications.
2. ГОСТ Р 53558-2009 Автомобильные транспортные средства. Поршни алюминиевые двигателей. Общие технические требования и методы испытаний.
3. Двигатели внутреннего сгорания: конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для ВУЗов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» / Д.Н.Вырубов, С.И.Ефимов, Н.А. Иващенко, и др. ; Под общ. Ред. А.С. Орлина, М.Г.Круглова. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984 г. – 384 с.
4. Металловедение алюминия и его сплавов: Справ.изд. 2-е перераб. и доп./ Беляев А.И., Бочвар О.С., Буйнов Н.Н. и др. – М.: Metallургия, 1983. – 280 с.
5. Хрулев А.Э. Ремонт двигателей зарубежных автомобилей. - М.: изд-во «За рулем», 2000 г. – 440 с.
6. Авдонькин Ф. Н. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей: Учеб.пособие для вузов. — М.: Транспорт, 1985. — 215 с.
7. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. — М.: Наука, 1976. — 279 с.
8. Анурьев В. И. Справочник конструктора машиностроителя Т2: науч. изд. М.: Машиностроение, 2006. 968 с.
9. Асатрян Р.С. Российское автомобилестроение. Проблемы и решение // Автомобильная промышленность. 2010.

10. Бизюков О.К., Кардаков А.А. Средства для контроля теплового состояния деталей остова судовых дизелей // Журнал университета водных коммуникаций, 2009. Вып. 2. С. 83–90.
11. Биргер И.А. Техническая диагностика: науч. изд. М.: Машиностроение, 1978. 241с.
12. Вавилов В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль. М., 2009.
13. Вавилов, В.П. Тепловизоры и их применение / В.П. Вавилов, А.Г. Климов. – М.: Интел Универсал, 2002. – 88 с.
14. Володин А.И. Автомобили. Конструкция, конструирование и расчет. Система управления и ходовая часть. Мн.: Высшая Школа, 1999. 88 с
15. Интернет-сайт
16. ГОСТ Р 53558-2009 Автомобильные транспортные средства. Поршни алюминиевые двигателей. Общие технические требования и методы испытаний

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

И.М. Блянкинштейн

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2019 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

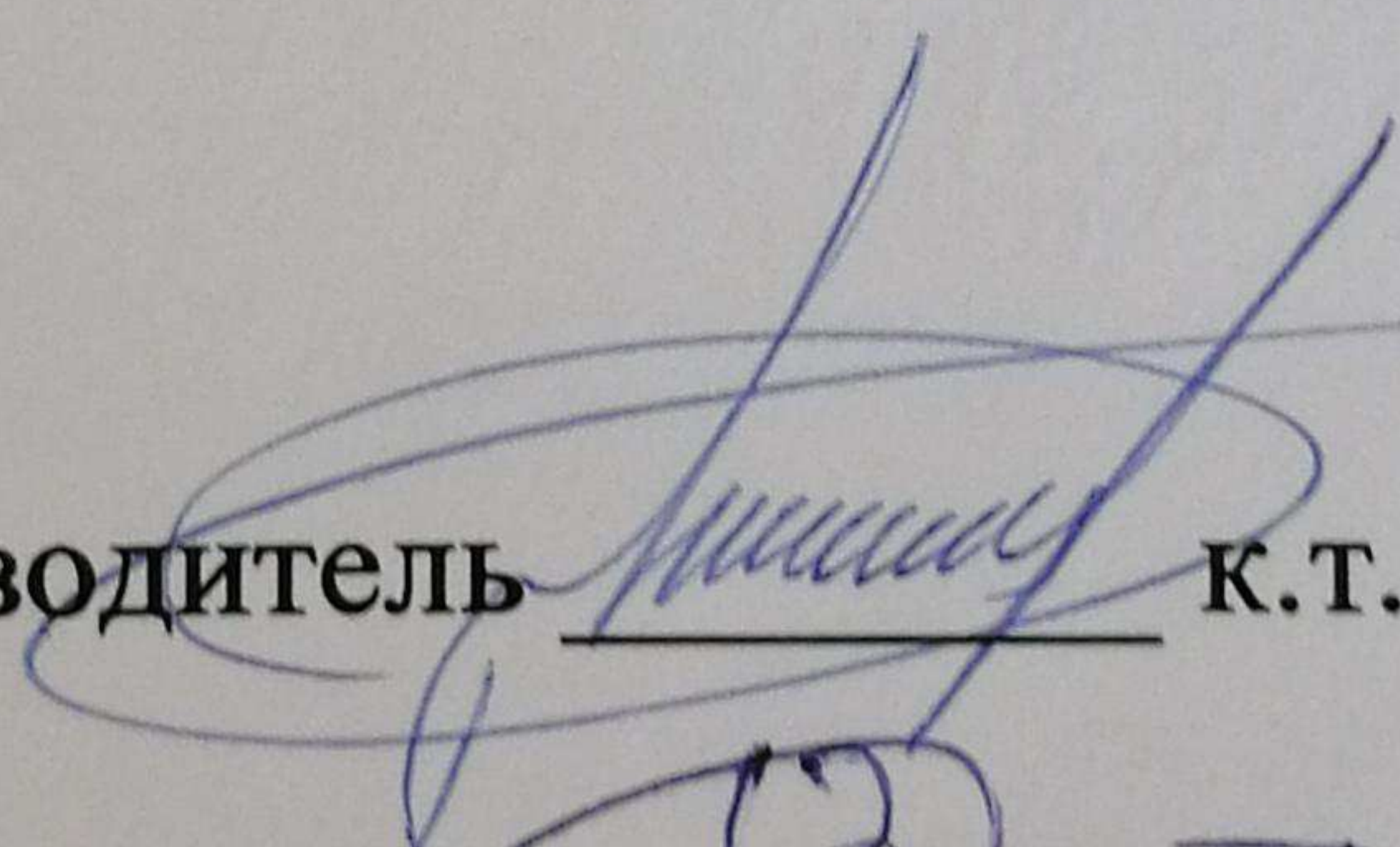
**Разработка методики подбора комплектующих деталей для сборки
автомобильных двигателей, с учетом температурной деформации
поршней**

23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

код и наименование направления

23.04.03.01 Автомобильный сервис

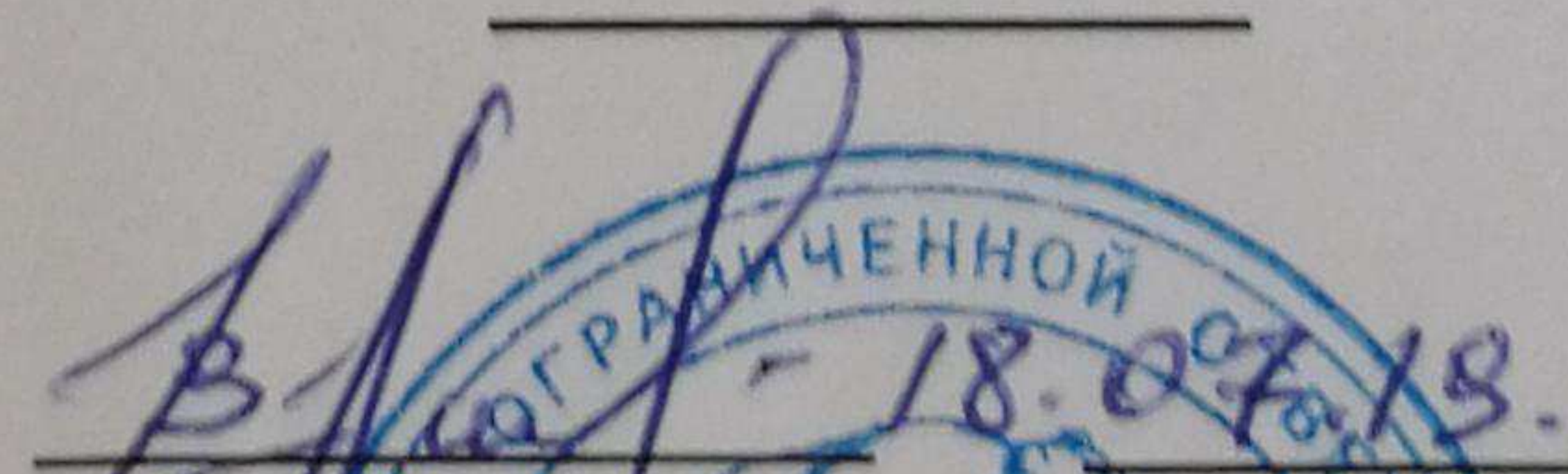
код и наименование магистерской программы

Научный руководитель  к.т.н. доцент И.С. Писарев

Выпускник

В.Н. Жолудев

Рецензент

 18.07.18.
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия



Красноярск 2019