

Выпускная квалификационная работа посвящена проектированию оппозитного четырехцилиндрового бензинового двигателя мощностью 150 кВт, с непосредственным впрыском топлива, предназначенного для вседорожного автомобиля. Специальная часть в работе не выделяется, ввиду подробной разработки систем двигателя.

Выполнены тепловой расчет и тепловой баланс двигателя, динамический расчет и уравнивание двигателя, прочностной расчет. Разработана конструкция двигателя, представленная основными разрезами. Также спроектированы топливная система, система охлаждения и система смазки двигателя с мокрым картером, построены их схемы и рассчитаны основные агрегаты.

В качестве специальной части спроектирован гаситель крутильных колебаний. Приведены сборочный чертеж гасителя, описание, расчет коленчатого вала на крутильные колебания.

Также работа содержит в себе формирование облика вседорожного автомобиля с расчетом и построением его тяговой характеристики.

Потребность человечества к передвижению с древних веков заставляла людей изобретать различные транспортные средства. Очевидно, что на первых этапах своего развития транспортные средства были примитивны: колесные повозки, приводимые в движение лошадьми. Огромный скачок в развитии транспорта произошел с изобретением парового двигателя, а затем двигателя внутреннего сгорания.

К настоящему времени двигатели внутреннего сгорания (ДВС) получили широчайшее применение в транспортном машиностроении, что обусловлено их надежностью, высокой экономичностью и компактностью. Развитие автомобильных ДВС происходит очень большими темпами. Проектируются и производятся более совершенные двигатели. Ведущие мировые концерны, инженеры и ученые постоянно прилагают усилия к разработке более совершенных и технологичных поршневых двигателей. Применение инновационных материалов и глубокое изучение процессов, протекающих во время работы двигателя, позволило добиться высоких эффективно-мощностных показателей таких двигателей, а также достаточной надежности при их низкой стоимости.

Однако, в мировой линейке двигателей практически отсутствуют двигатели с оппозитной компоновкой. Наибольшее распространение эти двигатели получили на автомобилях марки Subaru. Оппозитный двигатель в настоящее время является олицетворением этой марки, хотя кроме Subaru он применяется (хотя и значительно реже) на автомобилях других марок, например Porsche.

Целью работы является разработка современного оппозитного четырехцилиндрового бензинового двигателя с системой топливопитания непосредственного впрыска, с жидкостной системой охлаждения и системой смазки с мокрым картером. Перспективы разработки именно оппозитного поршневого двигателя для автомобильной промышленности обуславливается его преимуществами.

Автомобили с двигателями такой компоновки имеют низкий центр тяжести, который достигается благодаря тому, что оппозитный плоский двигатель как нельзя лучше располагается внизу моторного отсека.

Другим преимуществом такой компоновки считается почти полное отсутствие вибрации во время работы. Такой эффект достигается за счет расположения поршней, которые уравнивают друг друга. Это не только добавляет комфорта, но и существенно увеличивает срок эксплуатации.

Блоки цилиндров являются основными корпусными деталями двигателя и изготовлены из алюминиевого сплава АЛ25 с залитыми чугунными гильзами.

В нижней части каждого блока цилиндров расположены пять опор коренных подшипников со съемными крышками, которые при стяжке болтами двух блоков образуют постель коленчатого вала. Болты крепления блоков затягивают строго регламентированным моментом, равным 245-250 Н·м. Отверстия под подшипники обрабатываются в сборе с двумя половинками блока, поэтому блоки не взаимозаменяемы и для отличия маркированы ударным способом на наружных поверхностях. В предпоследней опоре используются коренные подшипники выполнения заодно упорными полукольцами, которые препятствуют осевому перемещению коленчатого вала. От проворачивания вкладыши с полукольцами защищены разной толщиной полуколец. Полукольца выполнены из металлокерамики. При этом канавки на них должны быть обращены к поверхностям коленчатого вала.

Вкладыши коренных и шатунных подшипников изготавливаются из стальной ленты, покрытой слоем свинцовистой бронзы и тонким слоем

свинцовистого сплава. Для предотвращения вкладышей от проворачивания и осевых перемещений в гнездах, на краях вкладышей выдавлены усы, которые входят в соответствующие пазы, выполненные в постелях блока и крышках коренных и шатунных подшипников. Правые и левые вкладыши коренного подшипника не взаимозаменяемы. В левом вкладыше имеется отверстие для подвода масла и канавка для его распределения. Оба вкладыша нижней головки шатуна взаимозаменяемы.

Коленчатый вал – полноопорный из высокопрочного чугуна ВЧ 40-10 и упрочнен азотированием. Коленчатый вал имеет пять коренных опор и четыре шатунных шеек, которые связаны между собой щеками и сопрягаются с ними переходными галтелями. Вал снабжен восьмью противовесами, отлитыми за одно с ним. Для улучшения поверхностной твердости и износостойкости шеек валов их подвергают закалке токами высокой частоты до 50-55 HRC. Твердость шеек и усталостную прочность всего повышают дробеструйной обработкой. Вал предназначен для восприятия усилия, передаваемого от поршней шатунами, и преобразования его в крутящий момент, который затем через маховик передается агрегатам трансмиссии. Для подачи масла от коренных шеек к шатунным служат масляные каналы, выходные отверстия которых закрыты заглушками. На переднем конце (носке) коленчатого вала на сегментной шпонке установлено зубчатое колесо привода распределительных валов и масляного насоса. От осевых перемещений коленчатый вал зафиксирован полукольцами. Полукольца изготовлены из бронзы, имеют по торцам фрезерованные смазочные канавки и от проворачивания предохраняются двумя усиками, имеющимися в нижних полукольцах. На заднем конце коленчатого вала закреплен маховик, который фиксируется шестью болтами. Он отлит из стали и имеет напрессованный зубчатый венец, служащий для пуска двигателя стартером. Венец маховика изготовлен из стали с малым содержанием углерода, цементирован и закален. Болты от самоотворачивания предохраняются стопорными пластинами, каждую из которых устанавливают под два болта. Точная фиксация маховика осуществляется двумя штифтами и установочной втулкой. При изготовлении маховик балансируется. Максимальная несбалансированность составляет 20 г·см. На заднем торце маховика устанавливается сцепление. На наружной поверхности маховика имеется отверстие под фиксатор маховика, который используется при регулировках двигателя.

Шатуны выполнены из углеродистой стали 45Г2, двутаврового сечения, обрабатываются вместе с крышками. Чтобы при сборке не перепутать крышки, на них, как и на шатунах, клеймится номер цилиндра (он должен находиться по одну сторону шатуна и крышки). В верхнюю головку шатуна запрессована сталебронзовая втулка. Для шатунных болтов использована та же сталь что и для шатунов. Шатуны подразделяются на классы по массе, которая маркируется краской или буквой на крышке шатуна. Все шатуны двигателя должны быть одного класса по массе. Подшипниками скольжения служат втулка верхней головки шатуна и съемные вкладыши, устанавливаемые в нижнюю головку шатуна. Крышка шатуна закреплена двумя шатунными болтами с гайками.

Поршневой палец выполнен из легированной стали 15Х, трубчатого сечения, плавающего типа (свободно вращается в бобышках поршня), от выпадения зафиксирован двумя стопорными пружинными кольцами, расположенными в проточках бобышек поршня. Наружная поверхность поршневого пальца цементируется на глубину 1,0-1,4 мм и закаливается с нагревом токами высокой частоты.

Поршень выполнен из алюминиевого сплава АК4. Юбка поршня имеет сложную форму: в продольном сечении – конусообразная, в поперечном – овальная. Для сокращения периода приработки пары поршень — стенка цилиндра боковую поверхность поршня покрыта легкоплавкими металлами (лужение с толщиной покрытия 0,005—0,002 мм). В верхней части поршня проточены три канавки под поршневые кольца. Канавки маслосъемного кольца имеют сверления выходящие в бобышки. По этим сверлениям масло, собранное кольцом со стенок цилиндра, поступает к поршневому пальцу. Так как система топливопитания двигателя использует непосредственный впрыск топлива часть разделенной камеры сгорания выполнена в верхней части поршня.

Для улучшения баланса кривошипно-шатунного механизма поршни одного двигателя подбираются по массе.