

Управление образования администрации Озерского городского округа
Челябинской области

Муниципальное бюджетное учреждение
дополнительного образования
«Станция юных техников»



Устройство модельных двигателей

*(Методическое пособие к теме
«Двигатели внутреннего сгорания»)*

Составил педагог дополнительного
образования Думенек В.Л.

г. Озерск
2020 г.

Методическое пособие - предназначено для обучающихся авиамодельного объединения 4 года обучения при изучении темы «Двигатели внутреннего сгорания».

Основной *целью* данной темы является: знакомство с конструкцией двигателя внутреннего сгорания «Марз – 2,5» и «КМД – 2,5».

Введение

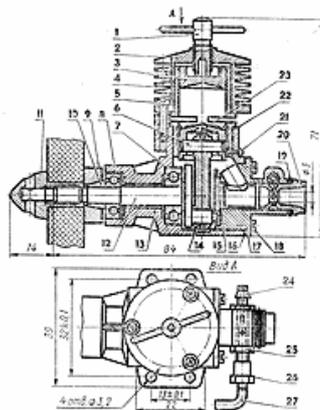
Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) - механическое устройство, внутри которого происходит преобразование энергии сгорающего топлива в механическую энергию.

В моделизме используются, в основном, следующие типы поршневых двигателей: дизельные (их принято называть компрессионными), а также двигатели с калильным или с искровым зажиганием. Основное принципиальное отличие компрессионных двигателей от калильных и искровых заключается в том, что у первых, самовоспламенение горючей смеси происходит в результате ее сильного сжатия при движении поршня внутри цилиндра, а у последних двух типов двигателей для воспламенения уже сжатой смеси требуется дополнительная энергия заранее нагретой калильной свечи, или искрового разряда.

Компрессионные модельные двигатели бывают только двухтактными, калильные и искровые двигатели бывают как двух-, так и четырехтактными.

Устройство модельных двигателей.

Конструктивно любой мотор состоит из нескольких основных элементов. Прежде всего, это **цилиндр**, внутри которого совершает возвратно-поступательные движения **поршень**. С одной стороны цилиндр закрыт крышкой (**головкой**), в нижней части которой сформирована полость **камеры сгорания**. В головке цилиндра, кроме того, могут находиться: **контрпоршень** с регулировочным винтом (у компрессионных двигателей), **свеча зажигания** (у калильных и искровых двигателей) и **клапанная коробка** (у четырехтактных двигателей).



Промышленный компрессионный микродвигатель МАРЗ рабочим объемом 2,5 см:

1 —винт контрпоршня, 2 — головка цилиндра, 3— контрпоршень, 4 - гильза, 5— винт МЗ, 6- палец поршня, 7 - коренной подшипник, 8 - передний подшипник, 9 – опорная шайба, 10 - конус, 11 — кок, 12 – коленчатый вал, 13 — картер, 14 — шатун. 15 — золотник, 16 -- прокладка крышки, 17 - крышка, 18 - винт М2,5, 19 — уплотнительное кольцо, 20 - футорка, 21 — фиксатор гильзы, 22 - прокладка гильзы, 23 - поршень, 21 - жиклер, 25 — гайка, 26 — накладная гайка, 27 — игла.

Камера сгорания, внутренняя образующая гильзы цилиндра (зеркало) и верхняя стенка движущегося поршня (донце) образуют замкнутое пространство с периодически изменяемым объемом, в котором и происходят все газо- и термодинамические процессы.

Поршень шарнирно соединен с *шатунном*, который, в свою очередь, так же шарнирно соединен с кривошипом (*мотылем*) вращающегося *коленчатого вала*. Поршень и *кривошипно-шатунный механизм* позволяют преобразовать потенциальную энергию сгорающего топлива в механическую кинетическую энергию вращающегося коленчатого вала, требуемую для того, чтобы привести модель в движение.

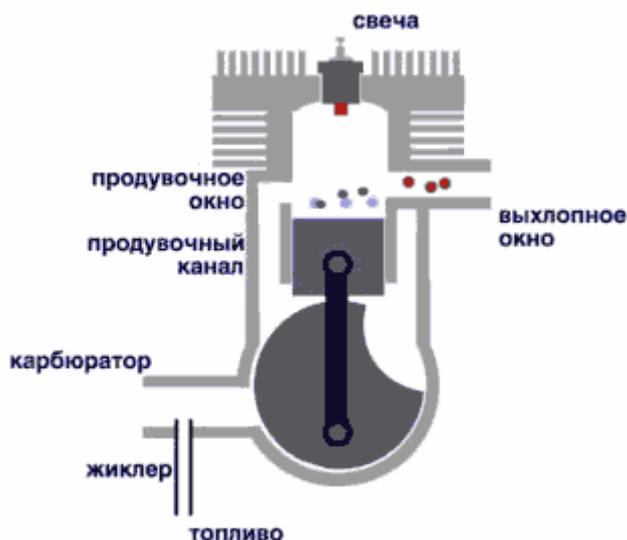
Гильза цилиндра, головка цилиндра и кривошипно-шатунный механизм (КШМ) монтируются в корпусе, который называется *картером*. Кроме этого, внутри картера и на его внешних стенках могут быть установлены дополнительные конструктивные элементы: подшипники, сальники, глушитель, карбюратор, топливный бак, топливная помпа, механический стартер, штуцеры отбора давления, различные датчики и т.д. Сам картер крепится на шасси модели или на мотораме фюзеляжа с помощью крепежных лапок, как правило, расположенных с двух сторон картера параллельно оси коленчатого вала. Двигатели малых кубатур иногда крепят на модели непосредственно за заднюю стенку (крышку) картера.

Авиа- и автомоделные двигатели обычно бывают с воздушным охлаждением, для чего верхняя наружная часть картера, в которой установлена гильза цилиндра, и внешняя поверхность головки цилиндра имеют развитое оребрение, необходимое для эффективной теплоотдачи, и поддержания теплового баланса двигателя в оптимальном режиме. Судовые двигатели вместо оребрения обычно имеют специальную рубашку, охлаждаемую проточной забортной водой.

Как правило, в моделизме применяются одноцилиндровые моторы, хотя некоторые производители выпускают и многоцилиндровые конструкции, чаще всего двухцилиндровые оппозитные. Такие двигатели имеют один коленвал с двумя кривошипами, а поршни ходят каждый в своем цилиндре, противофазно и навстречу друг-другу (поэтому их еще иногда называют "боккерами").

Принцип работы модельных двигателей.

В *двухтактных двигателях* все рабочие процессы происходят за два такта, которые выполняются за один оборот коленчатого вала. В процессе работы двухтактного двигателя также принимает участие переменный объем, образованный полостью картера и нижней стороной донца поршня.



Первый такт – «всасывание-сжатие», при вращении коленчатого вала (*КВ*) поршень движется вверх от нижней мертвой точки (*НМТ*) к верхней мертвой точке (*ВМТ*). В течение этого такта в полость картера, через **золотниковое устройство** всасывается новая порция воздушно-топливной смеси (обычно говорят – происходит **впуск** горючей смеси) и одновременно происходит **сжатие**, но уже в объеме цилиндра, предыдущей порции горючей смеси (*ГС*);

За некоторое время перед завершением первого такта (это называется **опережением зажигания**), в цилиндре происходит воспламенение *ГС*, при горении которой резко возрастает давление внутри камеры сгорания. Это давление воздействует на донце поршня, заставляя его двигаться от *ВМТ* к *НМТ*.

Опережение зажигания требуется для того, чтобы к моменту достижения поршнем *ВМТ* процесс горения *ГС* в камере сгорания уже начался, но еще не достиг своего максимума, в момент которого в цилиндре развивается наибольшее давление. Оптимальное время достижения максимума давления соответствует углу поворота *КВ* на 10-12 градусов после прохождения *ВМТ*. В этот момент поршень уже движется вниз, а кинематика *КШМ* может обеспечить максимальную эффективность преобразования тепловой энергии расширяющихся продуктов горения в механическую энергию вращающегося коленчатого вала.

Второй такт – «рабочий ход-продувка», включает в себя процесс расширения сгорающего топлива (собственно это и есть **рабочий ход**, в результате которого на коленчатом валу развивается механическая мощность), и процесс сжатия в полости картера свежей *ГС*, засосанной туда в первом такте. После прохождения поршнем примерно половины пути вниз, открывается **выхлопное окно**, и начинается процесс выхлопа, в результате которого газы, образовавшиеся в процессе горения топлива, выбрасываются из цилиндра наружу (в атмосферу или в полость глушителя), а еще чуть позже, после открытия **перепускного окна** (их может быть несколько), сжатая в картере свежая порция *ГС* устремляется в цилиндр, вытесняя от туда остатки отработанных газов. Этот процесс называется **продувкой**.

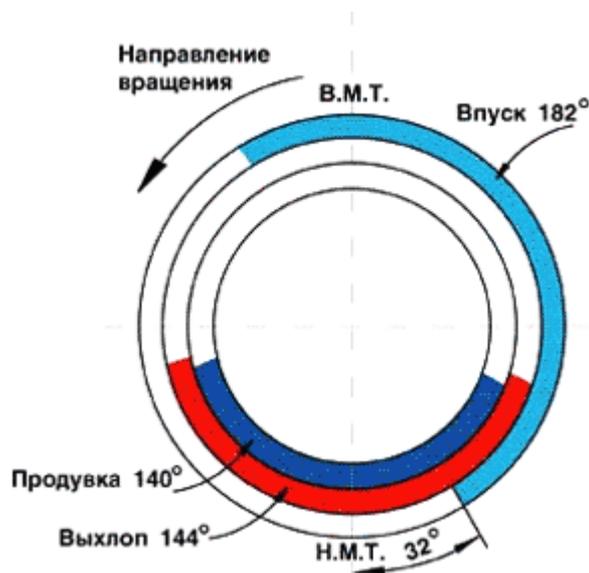
Таким образом, все процессы в двухтактном двигателе происходят за один полный оборот коленчатого вала.

Относительное время протекания каждого процесса в двигателе принято называть **фазой**. Численно все фазы выражают не в единицах измерения времени, а в угловых градусах, которые показывают угол поворота коленчатого вала вокруг своей оси, в течение которого происходит тот или иной процесс в двигателе. Это позволяет максимально точно описать все процессы, независимо от скорости вращения коленчатого вала двигателя.

Несмотря на то, что в течение одного такта происходит сразу несколько взаимосвязанных процессов, при анализе работы двухтактного двигателя достаточно рассматривать фазы всего трех процессов: **фазы впуска, фазы продувки и фазы выхлопа**

Следует помнить, что в двухтактных двигателях основные процессы газораспределения регулируются поршнем, и являются симметричными относительно *НМТ* и *ВМТ*. Только процесс впуска регулируется дополнительным золотниковым устройством, и для достижения максимальной эффективности специально делается асимметричным относительно *НМТ*, что в конечном итоге определяет направление вращения коленчатого вала.

Для наглядности фазы газораспределения часто изображают графически на совмещенной круговой диаграмме.



Характеристики модельных двигателей.

Все характеристики двигателей можно условно разделить на две группы: «паспортные» и «специальные технические». К паспортным характеристикам принято относить те, которые указываются производителем в документации, выдаваемой пользователю при покупке мотора. Обычно это минимально-необходимый набор данных, включающий самые необходимые сведения о двигателе:

- 1) Рабочий объем двигателя, диаметр и ход поршня;
- 2) Максимальные/минимальные обороты;
- 3) Мощность двигателя;
- 4) Масса (вес);
- 5) Габаритные размеры;
- 6) Гарантированный ресурс.

Рабочий объем двигателя численно равен произведению площади сечения цилиндра на величину хода поршня, или:

$$V_{дв} = 3,14 * D^2 * S / 4,$$

где D – диаметр цилиндра, см; S – ход поршня, см .

Ход поршня равен диаметру окружности, по которой движется геометрическая ось нижней шейки шатуна двигателя при вращении коленчатого вала двигателя.

В метрических единицах объем модельных двигателей принято выражать в кубических сантиметрах (*куб.см*). В последнее время стали часто использовать англо-американскую размерность объема – кубические дюймы. Кубический дюйм равен ~ 16,4 куб.см. При обозначении объема двигателя в кубических дюймах величина объема указывается в его названии после точки, например: «*Webra .46*». Точка перед цифрами означает, что объем мотора равен какой-то части одного кубического дюйма. Для того, чтобы перевести эту величину в метрическую, необходимо просто умножить 16,4 на 0,46 и получим объем в кубических сантиметрах: $V_{дв} = 16.4 * 0.46 = 7,54$ куб.см.

Максимальные и минимальные обороты показывают величину максимальных и минимальных устойчивых оборотов коленчатого вала двигателя, гарантируемых

производителем при работе на стандартном топливе и при нормированной нагрузке. Обычно указывается число оборотов, совершаемых коленвалом мотора за одну минуту.

Эта величина (n) может обозначаться двумя равнозначными способами:

$$n = 17500 \text{ об/мин} = 17500 \text{ мин}^{-1} .$$

Рабочие обороты большинства модельных двигателей могут изменяться в диапазоне примерно от 1.500-3.000 об/мин до 10.000-15.000 об/мин. Максимальные обороты спортивных высокофорсированных двигателей для скоростных и гоночных моделей могут достигать 35.000-40.000 оборотов в минуту и более.

Мощность двигателя – величина, показывающая, какую работу может совершить двигатель за единицу времени. Мощность выражается в киловаттах (кВт), или в лошадиных силах (л.с.). Эти две величины связаны между собой так:

$$1 \text{ кВт} = 1.36 \text{ л.с} .$$

$$1 \text{ л.с.} = 0.74 \text{ кВт} .$$

Различают два параметра, характеризующие мощность двигателя: мощность, развиваемая в цилиндре двигателя (она называется **индикаторной мощностью**, и обозначается как N_i), и мощность на валу двигателя (она называется **эффективной мощностью**, и обозначается как N_e). Эффективная мощность меньше индикаторной мощности на величину потерь в самом двигателе.

Таким образом, коэффициент полезного действия двигателя (КПД , обозначается как η) равен:

$$\eta = N_e/N_i .$$

Текущее обслуживание модельных ДВС

Любой современный модельный мотор это произведение технического искусства.

И нельзя в него залезать при помощи молотка и зубила (даже разогрев предварительно). Геометрия пары мотора очень сложная и точная, все размеры имеют допуски примерно 0.001 - 0.005 мм. Гильза никогда не вставляется в картер "на горячую", это подшипники коленвала могут так садится, а гильза просто имеет плотную посадку с зазором не более 0.01 - 0.03 мм. Естественно, что даже неаккуратная промывка какой-нибудь не сильно чистой гадостью типа солянки и т.д., может привести к тому, что при последующей сборке возникнут перекосы со всеми вытекающими...

А теперь, очень коротко, о том, когда и как разбирать и промывать мотор.

Когда?

Крайне желательно - перед первым запуском нового мотора. Достаточно не полной разборки с тщательным полосканием в "галоше" или авиационном керосине.

В дальнейшем - пару раз в год (перед началом сезона и после его окончания, для зимней консервации). Кроме того, каждый раз при неаккуратной посадке, когда мотор откровенно "наелся" пыли и грязи (перед промывкой НИ В КОЕМ СЛУЧАЕ НЕ ПРОВОРАЧИВАТЬ ВАЛ мотора!!!).

В том случае, если при посадке был удар мотора об землю (про асфальт я уж и не говорю - это полный атас!), после промывки ОБЯЗАТЕЛЬНО проконтролировать геометрию основных узлов - картер, коленвал, гильза и поршень. Но для этого нужно иметь соответствующий мерительный инструмент: нутромер, пассажер с микронной шкалой, калибры, и т.д. И конечно - опыт работы с таким инструментом. Не только

обычным "колумбиком", даже японским штангелем "Митутойо" с пятисоточным нониусом, здесь не обойтись.

Как?

Прежде всего: никаких чрезмерных усилий, молотков, "монтировок", "выковыривалок" и т.д.

Свечной ключ, если головка вкручивающаяся - то ключ для головки, отвертка (прямая и крестообразная), пинцет с тонкими губками, возможно - маленькие пассатижи или утконосы. Может потребоваться специальный маленький шестигранник для винтиков с "ихней" хитрой головкой. Все работы ведутся на чистом столе, покрытом не ворсистой тканью, или (лучше) листом плотной бумаги типа чертежного ватмана.

Разборка двигателей

Перед любой работой с мотором его необходимо очистить снаружи от грязи и масла простым "обтиранием" тряпкой, смоченной в обычной бензине или керосине. Растворители применять НЕЛЬЗЯ!!!

НЕПОЛНАЯ РАЗБОРКА (для профилактической промывки) - снимается (откручивается) глушитель, выкручивается свеча, откручиваются винты на головке (обычно от 4 до 8 винтов М2.5 - М4), снимается головка, осторожно снимаются прокладки головки, снимается задняя крышка (может выкручиваться или крепиться на 3 - 4 винта (обычно М3 - М4). Если есть - снимается карбюратор, его лучше не разбирать, чтобы не сбить настройки. Если мотор не РС-шный, выкручивается игла жиклера и сам жиклер.

Все детали (кроме крепежных винтов - их можно промыть отдельно) помещаются в емкость с галошей, и тщательно промываются "нелиняющей" кистью с длинным и достаточно жестким волосом. Для внешних поверхностей можно использовать зубную щетку "Колгейт-Тотл". Еще лучшие результаты получаются при промывке деталей в ультразвуковой ванне. Для этой цели вполне подойдет даже ультразвуковая стиральная "примочка" - кажется, эти машинки называются "Рексона".

"Внутренности" промывают, прокручивая вал полностью погруженного в галошу мотора. Никаких тряпок, тампонов, и прокладок "Олвейс-то-дэй" не использовать! После промывки очень желательно все продуть сжатым воздухом. Удалять нагар с донца поршня и камеры сгорания при такой промывке не надо.

Перед сборкой ничего не смазывать! Единственно, что можно чуть смазать чистой касторкой - это посадочное место головки - верхний торец гильзы. Все детали, вплоть до крепежных винтов ставить на свои места, особенно внимательно устанавливать прокладки под головку.

Винты на головке закручиваются до упора (без усилия), затем подтягиваются с легким усилием (не перебарщивать!) последовательно: 1-3-2-4, 1-4-2-5-3-6. Для 8-ми винтов сами сообразите. Также крепится и задняя стенка (крышка).

ПОЛНАЯ РАЗБОРКА (для тщательной промывки или замены деталей) - начинается также, как и неполная. Если у мотора съемный носок, откручиваем винты и аккуратно извлекаем его из картера вместе с коленвалом. Затем очень аккуратно выдавливается гильза. Это в идеале делается пальцами, снизу, через отверстие задней стенки. Если так не удастся - можно попробовать подцепить гильзу ручкой зубной щетки через выхлопное окно (не металлической отверткой!!!).

После этого (если не снят носок мотора) вал устанавливают в НМТ (нижняя мертвая точка) и с мотыля коленвала снимается шатун. Поршень с шатуном достается вверх. Запоминаем, как был установлен поршень! Можно даже тихонько швейной иглой

или острой чертилкой на донце поршня поставить метку (стрелку). Выпрессовывать поршневой палец потребуется только для замены шатуна, пальца или самого поршня. Чаще всего можно обойтись без этого.

Снимаем опорную шайбу с коленвала. Затем выдавливается из картера сам коленвал. В нормальном моторе он довольно легко "выскальзывает" из подшипников от усилия в 1-5 кг. Можно слегка постучать по валу легким медным (латунным) предметом или брусочком плотного дерева (бук, береза). Внимательно проследить, какие регулировочные шайбы и/или распорные втулки были на коленвалу! При обратной сборке эти детали ставить на место той же стороной!

Подшипники.

Чаще всего подшипники садятся "на горячую". И точно так же выпрессовываются. Для этого картер нагревается на электроплитке с ЗАКРЫТОЙ спиралью до температуры 120-180 градусов С. Температуру проще всего контролировать спичкой: при этих температурах головка спички оставляет на металле картера серный след, но НЕ воспламеняется. Нагретый картер легко ударяют ВСЕЙ задней плоскостью о деревянную поверхность, при этом коренной подшипник должен сам выскочить из посадочного гнезда. Носовой подшипник иногда приходится вытягивать каким-либо съемником или просто выдавливать через полость картера круглой деревянной палочкой подходящего диаметра.

В том случае, если коленвал "вылез" вместе с коренным подшипником, пусть он там (на валу) и остается, снимать не надо. После полной разборки делается первая "грубая" промывка в галоше. Затем - тщательный осмотр всех деталей и выявление "нештатностей" - потёртостей, задиров, царапин, наклепов.

Особое внимание - паре поршень - гильза.

Нормальное зеркало цилиндра должно быть глянцевым, и только у "дизелей" (компрессионных моторов) почти в самом верху допускается небольшая матовая полоска - потертость от поршня. Это из-за того, что обычно гильза цилиндра имеет небольшой (~ 0.01-0.02 мм) конус и в этом месте поршень чуть "прикусывает", это "прикусывание", впрочем, есть и у калильных моторов.

В самом верху гильзы всегда виден кольцевой след нагара. Каких-либо царапин, сколов, задиров на зеркале (да и на других поверхностях гильзы) быть не должно. Так же осматривается и поршень. Если поршень окольцованный", то кольца лучше не снимать - не имея опыта это достаточно сложно сделать, не сломав хрупкого кольца.

Все детали тщательно промываются 2-3 раза в галоше (каждый раз в чистой порции!). Внимательно контролируется чистота мелких отверстий и каналов для смазки трущихся поверхностей.

Особенно тщательно моются подшипники. Хороший, чистый подшипник, надетый на деревянную палочку и раскрученный рукой должен свободно вращаться не менее 10 секунд, издавая при этом ровный, чуть жужжащий, звук без всяких дребезгов, звяканьев, и, конечно без малейших заеданий.

Бессмысленно надеяться на то, что заедающий (или "хрустящий") подшипник "раскатается" при работе.

При полной разборке также целесообразно удалить нагар с донца поршня и с поверхности камеры сгорания. К сожалению, не применяя каких-либо приспособлений это обычно сделать бывает очень трудно. Эту операцию нужно проводить очень аккуратно, не используя металлических скребков. Можно использовать скребки из твердой пластмассы, на "финишных" стадиях - ОЧЕНЬ мелкую шлиф-шкурку, которой НЕ задевать сопряженные поверхности пары. После использования любых абразивов,

детали промываются зубной щеткой в горячей воде с обычным мылом, затем ополаскиваются в чистой галоше. Перед самой сборкой гильза цилиндра и поршень тщательно вытираются обычной писчей бумагой. Здесь нельзя применять для протирки ткань - она может оставить на поверхности деталей ворс.

Сборка.

Сборка промытого и протертого двигателя ведется в обратном порядке. Первым делом в разогретый картер сажаются коренной и носовой подшипники коленвала. В качестве направляющей оправки лучше всего использовать сам коленвал. Затем вставляем (вдавливаем) коленвал, не забывая про регулировочные шайбы и распорную втулку. Для уменьшения усилий поверхность вала можно слегка смазать тем маслом, которое используется в топливе этого мотора. Вся остальная сборка ведется, как правило "на сухую".

На мотыль одевается шатун в сборе с поршнем. При этом не перепутать расположение поршня! Он часто имеет несимметричные прорезы в юбке (а у двигателей больших кубатур поршень иногда бывает и с дефлектором), так что неправильная его установка может вообще привести к поломке мотора.

При установке носка не забыть установить прокладку (то же самое нужно будет сделать при установке задней крышки).

Затем аккуратно вставляется гильза, здесь тоже можно применить капельку масла. Обязательно проследить, чтобы гильза заняла в картере исходное положение, и не была повернута в ту или другую сторону.

Теперь можно установить головку цилиндра, опорную шайбу винта, пропеллер (или маховик) и попробовать аккуратно провернуть СУХОЙ двигатель на 1-2 оборота (без свечи). Вал правильно собранного мотора должен легко вращаться без каких-либо заеданий, скрипов и усилий и только при подходе к ВМТ может ощущаться некоторое увеличение усилия за счет конусности гильзы цилиндра.

После этого можно вкрутить свечу, в выхлопное окно капнуть 2-3 капли топлива и проверить двигатель "в мокрую". Должна сразу появиться компрессия и должен слышаться "чавк" или "чмок" при проходе ВМТ. Если все нормально, можно ставить заднюю крышку, карбюратор или жиклер.

Схемы впусков рабочей смеси.

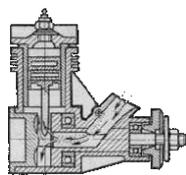
На модельных двигателях применяются несколько видов впусков рабочей смеси:

- впуск коленчатым валом,
- впуск золотниковым диском,
- впуск пластинчатым клапаном,
- впуск задним золотниковым валом.

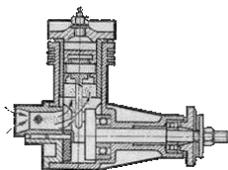
Впуск коленчатым валом применяется наиболее часто. Рабочая смесь проходит в этом случае через карбюратор и попадает в распределительное окно вала. В зависимости от применяемых подшипников скольжения или качения длина пути, проходимого рабочей смесью, будет соответственно изменяться.

Впуск через заднюю крышку, как было указано ранее, может быть нескольких видов. Но все они отличаются от впуска рабочей смеси через коленчатый вал более коротким путем, следовательно, уменьшенным гидравлическим сопротивлением на входе в картер.

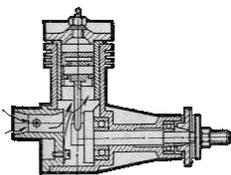
Впуск коленчатым валом двигателя применяется на двигателях: "Метеор", "Комета" и др. Впуск через заднюю крышку применяется на двигателях: MMVVS-5,6, МК-16 и др. Впуск двигателей показан на рисунках.



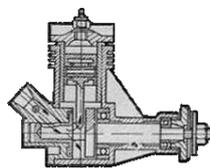
впуск коленчатым валом



впуск золотниковым диском



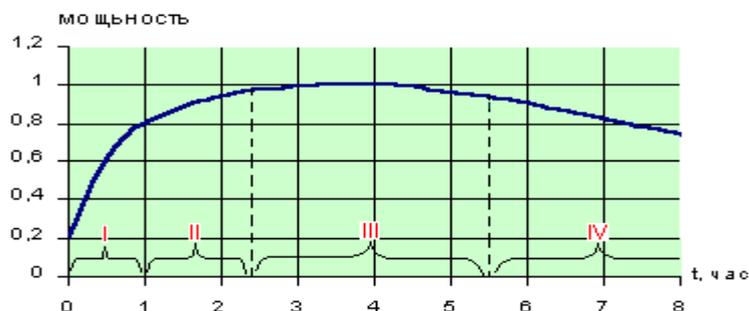
впуск пластинчатым клапаном



впуск задним золотниковым валом

Ресурс двигателя.

Ресурс - время, в течение которого двигатель надежно работает и запускается. Ресурс модельных двигателей составляет от долей часа до нескольких десятков часов в зависимости от назначения двигателя и условий его эксплуатации. Наименьшим ресурсом обладают скоростные двигатели, для которых важнейшим параметром является мощность; за счет сокращения ресурса в некоторых случаях поднимают мощность (в таких двигателях не применяют поршневые кольца и износостойкие втулки на нижних головках шатуна). Резко сокращает ресурс двигателя работа в пыльной атмосфере. Частицы пыли быстро выводят из строя поршневую группу двигателя. В случае посадки модели на вспаханную землю необходимо тщательно удалить попавшую в двигатель землю, промыв его в бензине или спирте. В процессе работы мощность двигателя меняется. На рисунке приведена типичная зависимость изменения мощности двигателя от времени его работы.



На форму этой кривой влияет большое число факторов; к ним относятся конструкция двигателя, его назначение, состав топлива, используемые материалы и многое другое. Условно эту кривую можно разбить на участки. На первом участке двигатель развивает недостаточную мощность, которая увеличивается по мере приработки деталей. Этот участок (I) называется приработкой двигателя. Начальную приработку проводят на испытательном стенде и оканчивают на модели. После приработки мощность двигателя продолжает увеличиваться (II участок) за счет окончательной приработки. При дальнейшей работе двигателя достигается максимальная мощность (III участок), которая сохраняется постоянной некоторое время. На этом участке двигатель целесообразно использовать для достижения максимальных результатов (спортивных или рекордных).

Дальнейшая эксплуатация двигателя приводит к понижению мощности, что является следствием износа деталей, образования нагара и т.п. (IV участок). На этом участке двигатель имеет худшие пусковые качества, но может быть использован для

неответственных запусков. При дальнейшей эксплуатации и появлении неудовлетворительных пусковых качеств двигателя требуется произвести его ремонт.

Содержание

Введение	2
Устройство модельных двигателей.....	2
Принцип работы модельных двигателей.....	3
Характеристики модельных двигателей.....	5
Текущее обслуживание модельных ДВС.....	6
Разборка двигателей.....	7
Схемы выпусков рабочей смеси.....	9
Ресурс двигателя.....	10
Литература	11

Список литературы:

- Гаевский О. К. Авиамодельные двигатели. - М.: ДОСААФ, 1973
Калина И. Двигатели для спортивного моделизма. - М.: ДОСААФ, 1988
Мерзликин В. Е. Микродвигатели серии ЦСТКАМ. - М.: ПАТРИОТ, 1991
Интернет ресурсы.