

# Два такта или четыре



## ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ:

### Особенности систем впрыска двухтактных моторов

Если бы не бурные протесты защитников окружающей среды, то, скорее всего, моторов многих производителей сегодня еще не было бы. Вот и двухтактные моторы с системой впрыска – ответ на требования сохранения экологии. Это первое. Второе: при наличии системы прямого впрыска топлива в этих моторах сохраняются все их преимущества как двухтактников и в то же время снижается расход масла и топлива. Третье: выпуск «Mercury» серии OptiMax еще в середине прошлого десятилетия (в 1996 г.) подстегнул развитие технологий впрыска на двухтактных подвесных моторах.

В чем же кроются технические особенности впрыска и какие преимущества имеют такие двухтактные моторы?

Одним из главных недостатков моторов этого типа всегда являлось то, что смесь бензина, воздуха и масла проходила через кривошипную камеру, что мешало стабильности работы мотора на разных режимах, увеличивало расход топлива и масла, а также ухудшало состав выхлопных газов (в сравнении с четырехтактными моторами). Система впрыска позволяет разделить масло и топливо, но не как в случае с системами автомикс, когда бензин и масло по каналу продувки вместе проникают в камеру сгорания, а радикально. Бензин попадает в камеру сгорания по своему пути через инжектор (форсунку), т. е. прямо (непосредственно). Термины «прямой» или «непосредственный» впрыск – результат перевода с ан-

глийского «Direct». В системе прямого (непосредственного) впрыска топливо, неважно бензин это или дизельное топливо, подается через форсунку прямо в камеру сгорания, и потому так и называется Direct Injection (DI). В некоторых системах, к примеру, с технологиями TLDI и OptiMax бензин в камеру сгорания подается вместе с воздухом, но об этом чуть позже.

Выгоды от отдельной подачи масла, топлива и воздуха очевидны. В камеру сгорания попадает больше воздуха за один цикл, а бензин можно подавать порционно, причем очень точно регулируя его объем.

Системы впрыска на двухтактных моторах можно условно разделить на три основных вида: высокого давления, условно высокого давления и низкого давления.

Существуют различные системы высокого давления, основанные на технологиях E-Tec от «Evinrude», OptiMax от «Mercury» и HPDI от «Yamaha». Последняя фирма использует собственную разработку, обкатанную на некоторых моделях мотоциклов и дизельных моторах. Компания «Evinrude», грубо говоря, купила технологию и продолжает развивать ее (какое-то время, когда «Evinrude» входила в состав «ОМС», использовались разработки Ficht для производства моторов серии «DI»). «Mercury» также купила технологию (Orbital), но до сих пор развивает ее. Самое высокое давление в системе подачи топлива по технологии E-Tec, далее – по HPDI и OptiMax.

Систему впрыска с низким дав-

лением по технологии L.P.D.F.I. (или D.F.I) предлагает «Selva», которую для этой фирмы разработал Французский институт транспорта, и ее элементы удивительно напоминают детали топливных магистралей автомобилей концерна «PSA» («Пежо-Ситроен»).

Система впрыска с условно низким давлением – детище «Tohatsu». Условно – потому что бензин в этой системе поступает под низким давлением сначала в небольшую полость и только затем «проталкивается» воздухом в камеру сгорания под давлением около 8 атм. Моторы с OptiMax тоже базируются на «проталкивании» топлива воздухом, но давление в этой системе очень высокое по сравнению с TLDI и достигает почти 70 атм.

В чем разница между системами помимо давления «на впрыске» и в чем выгоды той или иной системы? Сходу ответить сложно. Если рассматривать только моторные дела – железки, то высокое давление очень эффективно и при относительно небольших затратах обеспечивает хороший факел распыла топлива. Но сами системы впрыска не существуют в вакууме, для их работы потребовались особые формы камеры сгорания и верхней части поршня. А для того, чтобы при заведенных смесях поршень не развалился от жесткого температурного режима, его делают кованым и из сложного сплава. Американские производители кивают на космические технологии, японские и европейский отмалчиваются, но, по всей видимости, технологии изготовления поршней для систем с E-Tec, HPDI,

OptiMax и TLDI действительно сложные. В итоге совокупность технологий позволяет убить сразу пару несчастных зайцев. Первый «заяц» – более равномерное наполнение камеры сгорания топливно-воздушной смесью. Второй «заяц» – наиболее полное сгорание смеси. Именно «наиболее полное сгорание» – это тот лейтмотив, который звучит в речах представителей фирм на презентациях моторов и в рекламных акциях.

За счет чего может происходить наиболее полное сгорание? В основном за счет того, что «бензиновая аэрозоль» получается очень мелкодисперсной, т. е. общая площадь «капелек бензиновой пыли» больше, что, в свою очередь, приводит к более быстрому и качественному взаимодействию с воздухом. Кроме того, специальная форма верхней части поршня, имеющая выборку по образу и подобию дизельных моторов, помогает смеси завихряться и достигать тех мест камеры сгорания, куда в обычных моторах она просто не попадает. То есть смесь распространяется по камере равномернее. В результате повышается эффективность, и на производство той же работы требуется меньше топлива. К форсунке, специальной форме поршня и камеры сгорания надо прибавить систему зажигания, которая управляется центральным процессором, считывающим информацию с датчиков (на некоторых моделях может быть до 40 датчиков) и поджигает смесь в строго определенное время. Все процессы во впрысковых моторах совершаются по специальным программам, «зашитым» в бортовой компьютер, что тоже позволяет очень точно дозировать порции топлива и в нужное время поджигать смесь.

Технология E-Тес подразумевает использование очень высокого давления, по некоторым сведениям, до 2000 бар. Но пик давления создается не в магистрали, как, к примеру, в системах впрыска «Common Rail» дизельных моторов, а за счет работы плунжера в самой форсунке, как у «шлягера» «VW» «насос-форсунка». Точных данных обнаружить пока не удалось, но сотрудники «Evinrude» утверждают, что бензин, сжатый под большим давлением, изменяет свои качества. Возможно, это и так, но ни оспорить, ни подтвердить мы сейчас это не можем. Однако тот

факт, что моторы с технологией E-Тес очень сбалансированы и имеют хорошие характеристики практически во всех режимах работы, а также небольшие внешние шумы, отрицать нельзя. Любопытно, что «Evinrude» собирается производить моторы с E-Тес не только средней и большой мощности (сегодня – от 40 л.с.), но и «портативного класса», т. е. мощностью от 10 л.с.

Моторы производства «Yamaha», созданные по технологии HPDI, у нас известны меньше, скорее всего, потому, что их к нам попадает довольно мало (официально – не поставляются, только по заказу). Моторов средней мощности с технологией HPDI сегодня просто не производят.

Старейшая впрысковая технология OptiMax применяется на двухтактных моторах, начиная с мощности в 75 л.с., и пока, похоже, не предвидится выпуск менее мощных моторов.

«Tohatsu» продолжает активную дружбу с «Mercury» и выпускает моторы с TLDI мощностью от 40 до 115 л.с. Неизвестно, о чем договариваются верхи этих компаний, но создается впечатление, что они разграничили рынок впрысковых двухтактников, чтобы сильно не мешать друг другу. Может быть, поэтому модель «Tohatsu MD 115» долгое время все никак не могла родиться...

В чем преимущества систем впрыска низкого давления, т. е. с технологией TLDI, по сравнению с системами впрыска большого давления? С одной стороны, эта система проще – меньше нагруженных элементов топливной магистрали, с другой – эти моторы дешевле как в изготовлении, так и в розничной продаже. В Европе разница в стоимости моторов одинаковой мощности от «Tohatsu» и других фирм достигает примерно 1000 евро. Это не только политика фирмы в области экономики (накладных расходов), но и результат низкой себестоимости. По ряду характеристик, к примеру, по шуму, на некоторых режимах моторы с TLDI уступают моторам с E-Тес, да и разгон у них чуть хуже, расход топлива чуть больше, но в остальном разницы большой нет, особенно с точки зрения обычного потребителя. В прошлом году компания «Evinrude» анонсировала модели с технологией E-Тес, приспособленные для коммерческого ис-

пользования, которые уже поступают в продажу. «Tohatsu» пока не озабочилась таким подходом, но не протестует против того, чтобы моторы с TLDI использовались «и в хвост, и в гриву». К чему это отступление? Пока никто с уверенностью не может сказать, что выгоднее – впрыск низкого или высокого давления.

«Selva», предлагая свою версию впрыска для двухтактных моторов, «пиарит» себя, упирая в основном на то, что система L.P.D.F.I. имеет действительно низкое давление как в топливной магистрали, так и на впрыске, но самое главное – на полную взаимозаменяемость элементов с деталями автомобильных систем. Об эксплуатации двухтактных моторов «Selva» с системой впрыска известно мало, в России их практически нет. По этой причине мы не можем ни привести статистики отказов, ни рассказать об особенностях эксплуатации. Но, исходя из конструкции, такой подход имеет право на жизнь, причем, полноценное.

Так что же покупать? Выбор – дело сложное и зависит от очень многих факторов. Надежность ныне существующих систем с OptiMax, E-Тес, HPDI и TLDI уже более или менее известна; если три-четыре года назад и были какие-то нарекания к моторам с E-Тес по поводу подшипников, стоящих на паре поршень-шатун (разрушался сепаратор), то сегодня многие огрехи уже не только выявлены, но и исправлены. Экономичность по маслу и по топливу моторов, выпускаемых по этим технологиям, примерно одинакова или, скажем так, сопоставима. Вес – примерно одинаковый. Но это уже дебри, из которых быстро не выбраться.

Резюмировать повествование хотелось бы так: впрысковые двухтактные моторы уже завоевали, по крайней мере, за рубежом, признание, поскольку обладают резвостью классических двухтактных моторов, но потребляют значительно меньше топлива и масла, а в некоторых случаях (по расходу бензина) опережают даже четырехтактные моторы. Вес их, как правило, ниже или сопоставим с аналогичными по мощности четырехтактниками. Цена тоже.

Подробные описания систем впрыска топлива для двухтактных моторов можно прочитать в «Кия» № 190–195.