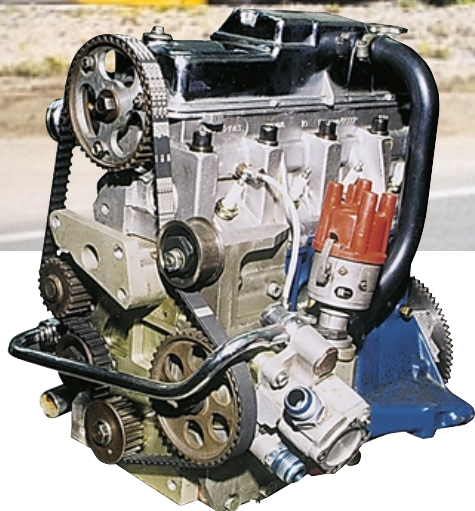


АЛЕКСАНДР ХРУЛЕВ
кандидат технических наук,

ТЕХНОЛОГИИ

ГОНОЧНЫЙ АВТОМОБИЛЬ: на пределе возможностей



В предыдущем номере журнала мы начали рассказ о спортивных автомобилях с устройства двигателя. Сегодня — продолжение этой темы. А помочь нам снова согласилась спортивная команда «Дельта-моторспорт».

При постройке гоночного двигателя (а именно так, в отличие от отверточных разборки и сборки, называют этот процесс) головка блока цилиндров претерпевает не меньше изменений, чем блок или шатунно-поршневая группа. Главное здесь — обеспечить максимально возможное наполнение цилиндров топливоздушной смесью. Для этого впускные и выпускные каналы обрабатывают внутри, увеличивая их проходные сечения, насколько позволяет толщина стенок каналов.

Седла клапанов стандартного диаметра удаляют с этой же целью и ставят увеличенные на 2-4 мм, выточенные из специального легированного чугуна или даже бронзы. Чтобы такие седла поместились в камере сгорания, ее по контуру расширяют, оставляя перемычки между цилиндрами не более 5-6 мм. Естественно, объем камеры сгорания увеличивается, и приходится подрезать привалочную плоскость головки, чтобы обеспечить требуемую степень сжатия (а она у спортивного мотора достигает 12-12,5).

Увеличение диаметра клапанов иногда приводит к необходимости изменять форму прокладки головки (если таковая применяется в конструкции конкретного двигателя). Чтобы повысить надежность уплотнения головки с блоком, применяют многослойные металлические прокладки без окантовки — они менее склонны к прогарам при высоких давлениях и температурах в камере сгорания.

Тем не менее высокая мощность мотора для головки не проходит бесследно — ее привалоч-

ная плоскость в процессе работы может недопустимо деформироваться, и стык с блоком потеряет герметичность. Поэтому плоскость головки специальным образом укрепляют. Например, по краям головки за контуром цилиндров сверлят отверстия, нарезают в них резьбу и заворачивают специальные алюминиевые штифты до упора в рубашку охлаждения.

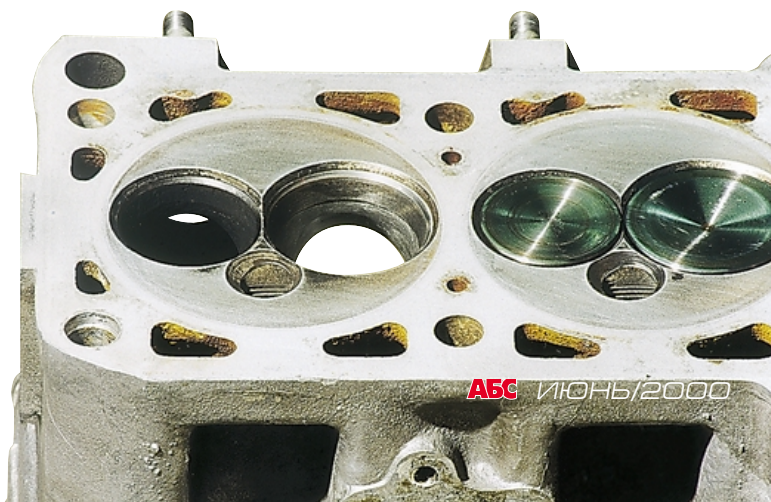
Направляющие втулки клапанов в стандартном для ВАЗовских моторов металлокерамическом «исполнении» для спортивного мотора не годятся — при больших нагрузках они могут «осыпаться» и вывести двигатель из строя. Поэтому предпочтение отдается бронзе: она мягче, не «трещит» и лучше отводит тепло от нагретого клапана. Очень большое значение имеет форма седел и тарелок клапанов. Седлам нередко придают плавную форму без явно выраженных угловых фасок. Тарелки клапанов обрабатывают так, чтобы обеспечить узкую (1-1,2 мм) фаску, малый угол подъема к стержню и уменьшенный диаметр части стержня, расположенной в канале впуска или выпуска.

Клапаны, вообще говоря, — одни из наиболее нагруженных, а значит, часто выходящих из строя деталей (случаи обрыва клапанов отмечают практически на каждом этапе гонок). Именно поэтому от стандартных, ВАЗовских, в том числе доработанных, приходится отказываться.

Практика показывает, что надежность работы всего двигателя можно заметно повысить, если применять клапаны от известных мировых производителей моторных деталей — фирм TRW, AE и других. Огромная номенклатура клапанов весьма высокого качества, выпускаемых этими фирмами, позволяет подобрать их для любого двигателя — и по размерам, и по материалам. Хотя это «удовольствие» не из дешевых.

Замена стандартных клапанов на специальные — мера вынужденная и по другой причине. Не надо забывать, что гоночный мотор работает на высоких частотах вращения — до 9000-9500 об/мин, а на некоторых режимах, например, торможения двигателем, — и выше. В таких условиях важно

Головка блока цилиндров спортивного двигателя имеет увеличенные диаметры седел, тарелок клапанов и проходные сечения каналов.



обеспечить низкую массу клапанов. Иначе из-за больших сил инерции даже более жесткие пружины не смогут предотвратить отрыв толкателей от кулачков распредвала и последующие удары тарелок клапанов по седлам (а именно эти ударные нагрузки и являются главной причиной обрыва клапанов). Выходом из положения часто является переход на более тонкий стержень клапана. Например, замена клапанов с 8-миллиметровым стержнем на 7-миллиметровые дает снижение массы примерно на 15%. Легкий клапан — это пружины меньшей жесткости, уменьшение трения в приводе газораспределительного механизма. А на высоких частотах вращения — выигрыш в несколько лошадиных сил.

Распределительные валы гоночных двигателей имеют заметно более широкие кулачки, чем у их стандартных прототипов. Как мы уже отмечали (см. «АБС-авто», № 7/1999), это позволяет повысить максимальную частоту вращения коленвала и мощность, но делает работу двигателя неустойчивой на низких оборотах (до 3000-4000 об/мин). Однако другого выхода нет, иначе требуемой для гоночного автомобиля мощности мотора не получить.

Распределительные валы для спорта у нас в России производят несколько фирм. Есть и иностранные образцы, в том числе для ВАЗовских моторов. Причем профиль кулачка — это «ноу-хау» производителя или команды-заказчика, поскольку именно распределительный



Для работы на больших частотах вращения регулировочная шайба ставится под толкатель (слева), а не на него, как в «стандартной» конструкции (справа).

вал главным образом определяет мощность двигателя. Но просто так взять и поставить распредвал в головку нельзя — требуется согласовать характеристики пружин, массу клапанов и толкателей с профилем кулачков.

Что значит согласовать, объясним более подробно. Так, жесткость пружин (их, как правило, две на каждый клапан) должна быть такой, чтобы при заданной массе клапана и толкателя последний непрерывно отслеживал профиль кулачка. Определить искомые пара-

метры пружин можно расчетом по специальным методикам. Но этого мало. При максимальном подъеме клапана не должно быть касания («замыкания») витков пружины, иначе она быстро сломается. Поэтому при постройке гоночного мотора приходится не только подбирать нестандартные пружины клапанов, в том числе с переменным шагом, но и точно регулировать их предварительный натяг.



В отличие от стандартных направляющих втулок (справа) бронзовые втулки (слева) не ломаются и лучше отводят тепло от нагретого клапана.



«Спортивный» клапан (слева) имеет более тонкий стержень, а его тарелка больше, чем у стандартного клапана (справа).

Тарелки пружин и толкатели тоже далеки от обычных. Так, тарелки пружин часто делают облегченными — из титановых и даже алюминевых сплавов, — смещая опорную поверхность пружины вверх к торцу клапана.

Конструкция толкателей тоже необычна. Гидротолкатели здесь применять нельзя — слишком они тяжелые. Но и традиционные «стаканы» с регулировочными шайбами ненамного легче, да и вообще для гоночного мотора не подойдут

— на высоких оборотах лежащую сверху шайбу кулачок распредвала может «выбросить» из стакана. Выход один — толкатель специальной конструкции с регулировочной шайбой малого диаметра (8-9 мм), устанавливаемой не над, а под стаканом.

Привод распределительного вала в гоночном моторе требует особого внимания. Некоторые механики оставляют его в стандартном исполнении, и пока еще больших проблем нет. Но кое-что уже замечено. Например, стандартный зубчатый ремень ГРМ при резком, почти мгновенном, повышении частоты вращения (во время торможения двигателем) растягивается. Распределительный вал начинает опаздывать, и один из поршней может достать не успевший закрыться выпускной клапан.

Исключить такой эффект помогает переход на более широкий и короткий ремень, приводящий только распределительный вал. Правда, для этого требуется подобрать или вновь изготовить нестандартные зубчатые шкивы.



Кулачок распределительного вала для двигателя «Формула-1600» (вверху) намного полнее, чем у обычного распредвала (внизу).

При большой частоте вращения коленвала отдельные участки ремня ГРМ способны вибрировать. Особенно это характерно для сравнительно длинных участков ремня между шкивами, причем как на нагруженной, так и ненагруженной сторонах. Убирают вибрации с помощью дополнительных роликов-успокоителей, слегка поджимающих ремень на участках между шкивами.

Высокая частота вращения, особые условия работы двигателя на спортивном автомобиле приводят к изменению конструкции и некоторых агрегатов.

Насос охлаждающей жидкости при высокой частоте вращения может и не справиться со своей основной задачей — прокачать требуемое количество жидкости через двигатель и радиатор. Причина обычно кроется в кавитации: давление на входе в насос при большом расходе жидкости, соответствующем высокой частоте вращения крыльчатки насоса, падает, и жидкость на входе «закипает».

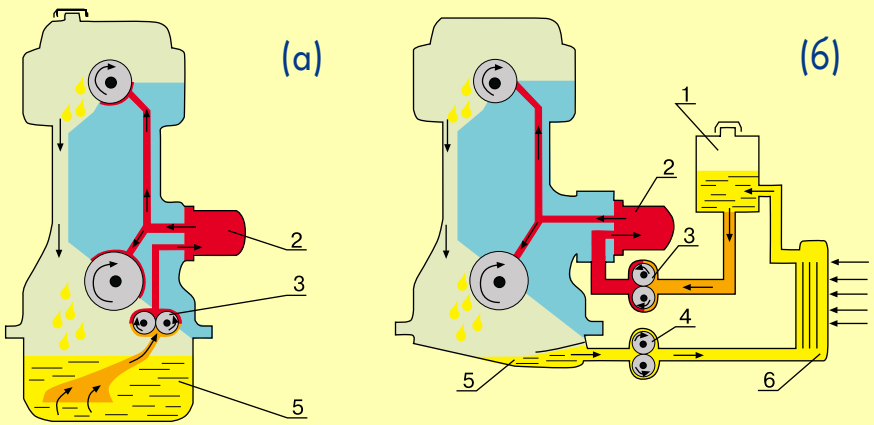
Кавитация приводит к резкому снижению производительности насоса и перегреву двигателя. Борются с ней двумя способами. Самый простой — уменьшить частоту вращения крыльчатки, установив приводной шкив насоса большего диаметра. Находит применение



Разница в системах смазки обычного (а) и спортивного (б) двигателей

видна, что называется, «невооруженным глазом»:

- 1 — маслобак; 2 — фильтр; 3 — нагнетающий насос;
4 — откачивающий насос;
5 — картер; 6 — масляный радиатор.



и другой способ — на вход насоса дополнительно подкачивают жидкость с помощью электронасоса.

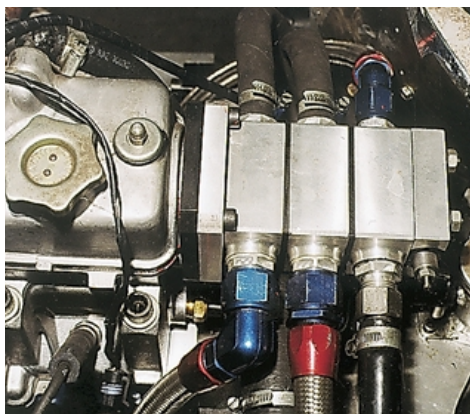
Но больше всего изменений, как показывает практика, приходится вносить в систему смазки двигателя — иначе бесперебойную подачу масла ко всем парам трения просто не обеспечить.

Система смазки многих спортивных моторов выполняется по схеме с «сухим» картером.

В обычных системах смазки масло, как известно, хранится в поддоне картера. Оттуда оно с помощью маслососа подается в двигатель и туда же сливается после смазки и охлаждения деталей.

Спортивный автомобиль проходит трассу соревнований с большими боковыми и продольными ускорениями. При этом масло, свободно залитое в поддон, смещается в сторону от маслоприемника и при определенных значениях величины и направления ускорения просто не поступает в систему.

Чтобы обеспечить непрерывную подачу масла в двигатель, делают так. Масло поступает в систему из отдельного маслобака, для чего используется нагнетающий маслосос. Далее, пройдя детали и узлы двигателя, мас-



Трехсекционный насос с приводом от распредвала с одной нагнетающей и двумя откачивающими секциями — самая распространенная конструкция в спортивных двигателях национальных классов.

ло сливается в картер, откуда подается обратно в маслобак специальным откачивающим маслососом.

Чаще всего, особенно при поперечном расположении двигателя (например, на автомобилях класса «Туризм-1600»), используют два откачивающих маслососа: один забирает мас-

ло из картера со стороны маховика, второй — со стороны носка коленвала. На «Формуле-1600», где двигатель расположен продольно, применяют системы и с одним откачивающим маслососом.

Маслосос, а точнее, его нагнетающую и откачивающие секции, компонуют обычно в одном корпусе. Привод осуществляется либо от коленчатого вала специальной передачей, либо (чаще всего) непосредственно от распределительного вала. Стандартные насосы используют крайне редко — из-за кавитации на высоких оборотах и недостаточной надежности. А вот масляный радиатор в системе смазки спортивного мотора — вещь совершенно необходимая. Без него температура масла окажется слишком высокой, чтобы надежно смазывать и охлаждать детали.

Масло для спортивного двигателя — о нем вообще разговор особый. Заметим только, что для гонок применяется специальное синтетическое масло с вязкостью по SAE15W-50 или, к примеру, 15W-60. От обычного масла оно отличается не только большей вязкостью, но и специальным пакетом присадок, что делает его в несколько раз дороже.

Если отличия в механике двигателя спортивного автомобиля просто бросаются в глаза, то разница в системах управления — топливодозирования и зажигания — явно не заметна. Тем не менее, система управления спортивным мотором строится на совершенно других принципах, нежели у обычного автомобиля. Об этом, а также о системах впуска и выпуска спортивных двигателей мы расскажем в наших следующих публикациях. **АБС**

Справка «АБС-авто».

Получить консультацию по конструкции спортивного двигателя, заказать необходимые детали, подготовить двигатель к соревнованиям или форсировать стандартный мотор можно на фирме «АБ-Инжиниринг», тел.: (095) 945-74-40, 488-77-92.

Двухсекционный масляный насос

— подобные конструкции на обычных двигателях практически не применяются:

- 1 — откачивающая секция;
2 — нагнетающая секция;
3 — шестерня привода;
4 — ведущий валик;
5 — пластина;
6 — крышка.

