

## Выпускная система и выпускные коллекторы

### *Выпускная система и выпускные коллекторы*

Ваши представления о том, как двигатель внутреннего сгорания выдает мощность, станут точнее с изучением динамики движения газов. Это более чем справедливо для выпускной системы. Хотя многие из «движущихся» деталей в этой системе не требуют смазки или периодического обслуживания, они, тем не менее, испытывают существенные динамические нагрузки. В пространстве, ограниченном тонкой сталью, есть место, где газы с температурой более 1100° С и под давлением, движутся со скоростью звука, взаимодействуют с окружающей средой либо для помощи двигателю в освобождении его цилиндров от отработанных газов, либо для противодействия этому процессу. Эта глава поможет вам заглянуть внутрь выпускной системы и покажет легкие пути для увеличения мощности с помощью уменьшения сопротивления и увеличения продувания выпускного тракта. Вы также узнаете о некоторых специальных технологиях, которые можно использовать для оптимизации потока выхлопных газов и увеличения мощности.



*Выпускная система уменьшает шумы. Используемые для этого глушители действуют подобно пробке. Лучшие глушители для форсированных двигателей — это не глушители точно отштампованные, точно настроенные и имеющие высокотехнологичную конструкцию. Лучшие глушители — это просто отсутствие глушителей!*

Если выпускная система была бы просто скоплением труб, которые направляет поток выхлопных газов к задней части автомобиля, то работа по оптимизации системы была бы относительно простой. Однако выпускная система рассчитана на выполнение как минимум одной дополнительной задачи: она должна уменьшать шум двигателя. Эти не связанные с форсировкой требования приводят к необходимости использования глушителей, а глушители существенно усложняют задачу получения максимальной мощности. Распределители могут быть доработаны до полного профиля, головки блоков цилиндров могут иметь отработанные каналы, карбюраторы могут быть точно настроены, и все эти модификации могут улучшать мощность. А лучшие глушители это не

те, которые точно оптимизированы, точно настроены или имеют высокотехнологичную конструкцию. Лучшие глушители — это отсутствие глушителей!

### **Обратное давление и мощность**

Глушители работают подобно пробке. Они создают сопротивление потоку газов, увеличивают обратное давление в выпускной системе, и в результате этого частично уменьшаются шумы. Хотя снижение шума приятно уху, оно ухудшает мощность двигателя и экономию топлива.

Уменьшение обратного давления выхлопных газов всегда улучшает мощность и экономию топлива при условии, что соотношение воздух/топливо и момент зажигания тщательно оптимизированы, а до и после выпускной системы обратное давление увеличивается. Если вы уменьшите обратное давление в выпускной системе и оптимизируете двигатель для этих условий, то в 999 случаях из 1000 вы обнаружите прирост мощности.

### **Двигатели с компьютерным управлением**

Многие автомобили последних моделей используют сложные компьютеры для управления двигателем, которые анализируют некоторые параметры работы двигателя и несколько раз в секунду инструктируют систему зажигания, как опережать и задерживать момент зажигания и/или управляют форсунками впрыска топлива для изменения количества топлива, поступающего в воздушный поток. Не стоит и говорить о том, что эта сложная система должна быть тщательно настроена инженерами, хорошо подготовленными как в области двигателестроения, так и в области компьютерной техники. Нет ничего удивительного в том, что произвольное изменение какой-либо детали этой сложной системы может привести к неожиданным изменениям, результатом которых будет ухудшение приемистости и снижение мощности двигателя.

В таких условиях установка выпускной системы с низким обратным давлением без других изменений может не улучшить мощность двигателя. Если автомобиль будет использоваться для езды по пересеченной местности или для гонок и желательна большая мощность, то имеются три возможности:

- Вы можете заменить стандартный блок памяти версией для форсированного двигателя. Эти блоки представляют собой электронные схемы, которые содержат инструкции для работы компьютера. Новые блоки могут улучшить мощность, но без постоянного контакта с фирмой-производителем электронных блоков настройка будет очень трудной и обычно чем-то похожа на известный метод проб и ошибок.
- Большая свобода настройки может быть получена благодаря установке сборной компьютерной системы. Эти дополнительные

блоки "перехватывают" информацию, поступающую к стандартному компьютеру и выходящую из него. Путем поворота с помощью отвертки некоторых регулировочных резисторов, которые расположены на блоках схемы, пользователь может изменять характеристики системы зажигания и топливной системы.

- Последний и наиболее прямой путь к "соглашению" с системой управления двигателем — это снять ее полностью и установить более привычные обычные системы зажигания и карбюрации (или впрыска топлива). Когда системы двигателя могут быть свободно перекалиброваны, то преимущества выпускной системы с низким обратным давлением будут полностью реализованы.

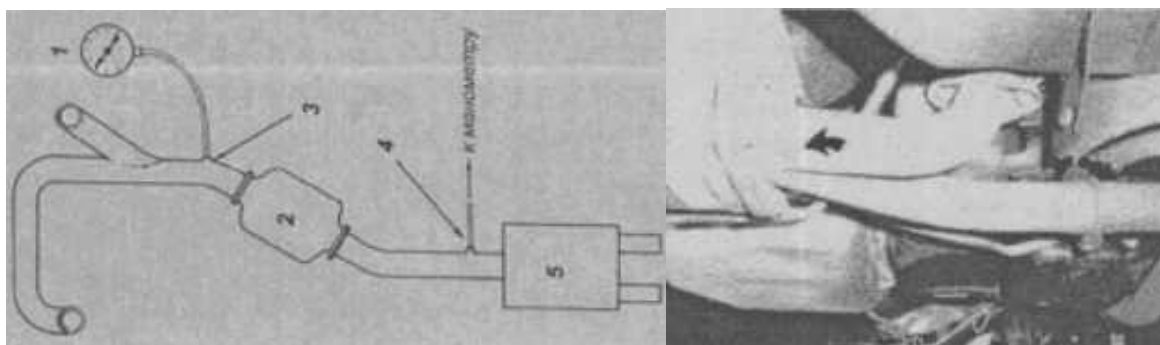
## **Измерение обратного давления**

В простом понимании высокофорсированный двигатель может быть определен как двигатель, который выдает больший объем выхлопных газов, чем стандартный двигатель того же рабочего объема. Так как мощность двигателя получается из-за сгорания топлива, то чем больше топлива эффективно сгорит в двигателе, тем большую мощность (и объем выхлопных газов он произведет). Следовательно, каждая модификация двигателя, которая улучшает мощность, будет увеличивать обратное давление, если не сделать необходимых изменений на выхлопной системе. Фактически, увеличение мощности на 40% обычно удваивает обратное давление, а если вы рассчитываете удвоить мощность двигателя, то обратное давление увеличится в 4 раза.

Но не спешите сразу же выбрасывать свои глушители и выхлопные трубы. Вначале вы должны измерить, какое обратное давление развивается в вашей выпускной системе. К счастью, для решения этой задачи не требуется дорогое диагностическое оборудование. Все, что вам потребуется — это манометр, несколько соединителей и трубок. Манометр должен быть рассчитан на измерение давления порядка 0,7 кгс/см<sup>3</sup>; в крайнем случае, можно воспользоваться манометром для измерения давления топлива. Лучше всего иметь манометр с крупной шкалой для облегчения измерений. Вварите кусок "резьбы" в выхлопную систему перед глушителями, а если автомобиль оборудован катализатором, то добавьте еще и резьбу перед ним. Резьба может представлять собой простую шестигранную гайку с резьбой для установки трубки диаметром 3,2 или 6,3 мм. Из-за высоких температур в системе подсоединение манометра к резьбовому отверстию требует дополнительных операций. Просверлите маленькое отверстие через заглушку выхлопной трубы (эта заглушка должна иметь такой же размер резьбы, как и в приваренной гайке) и впаяйте высокотемпературным припоем кусок стальной трубки длиной 300-450 мм, внутренним диаметром 3,2 мм (1/8 дюйм), которая часто используется в качестве тормозной трубки, в просверленное отверстие. Стальная трубка будет рассеивать избыточное тепло от горячей выпускной системы, чтобы можно было подсоединить резиновый шланг, идущий к манометру. Следите за тем, чтобы шланг не касался других раскаленных деталей

выпускной системы. После измерений обратного давления можно снять трубку и заглушить выпускную систему резьбовой заглушкой без отверстия для трубки.

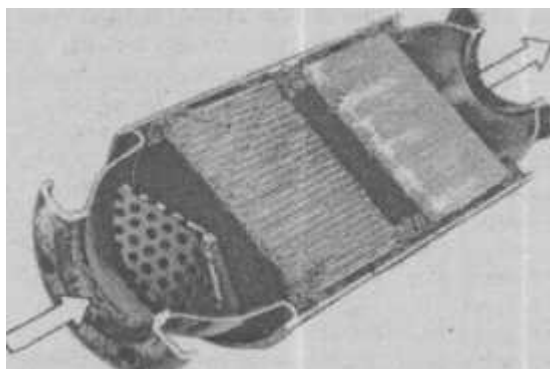
Обратное давление измеряется при разгоне автомобиля с широко открытой дроссельной заслонкой. При регулярном повышении оборотов определяйте значения давления по манометру. Любое обратное давление является нежелательным, но к этому нужно подходить практически. Так как невозможно добиться нулевого сопротивления потоку, то нужно добиваться реальных целей. Полученные графики обратного давления иллюстрируют, что стандартная выпускная система может создавать давления до 0,6 кгс/см<sup>2</sup> (и даже больше на некоторых обычных автомобилях). При тщательном подборе глушителей, катализаторов и выхлопных труб тот же самый двигатель будет развивать обратное давление величиной не более 0,15 кгс/см<sup>2</sup>. Если при измерениях будут получены значения обратного давления более 0,35 кгс/см<sup>2</sup> при работе с полностью открытой дроссельной заслонкой в какой-либо области оборотов, то выпускная система нуждается в доработке.



*Проверка обратного давления в выпускной системе. 1 - манометр; 2 - катализатор; 3 - для проверки обратного давления катализатора вварите в систему гайку с резьбой здесь; 4 - для проверки обратного давления только глушителя вварите в систему гайку с резьбой здесь; 5 - глушитель.*

## **Катализаторы**

Для уменьшения содержания углеводородов (СН или НС), окиси углерода (СО) и окислов азота (NO<sub>x</sub>) в выхлопных газах большинство автомобилей последних моделей используют в выпускной системе катализатор. Это устройство выглядит как глушитель, но использует такие благородные металлы как платина, палладий и родий для выполнения своих задач. Они вступают с токсичными веществами в химические реакции, изменяя состав выхлопных газов так, что СО, СН и NO<sub>x</sub> преобразуются в СО<sub>2</sub> (диоксид углерода), Н<sub>2</sub>О (воду) и N<sub>2</sub>(азот). Фактически, катализатор так эффективен для снижения концентрации вредных веществ, что большинство других устройств контроля токсичности газов



*Устройство катализатора*

на современных автомобилях используются только для тонкой настройки процессов сгорания и оптимизации работы катализатора.

### **Недостатки катализатора**

В большинстве случаев катализатор имеет большее сопротивление потоку, чем глушитель. Особенно это справедливо для катализаторов фирмы "Дженералмоторе" и "Крайслер". Большинство катализаторов фирмы "Форд", однако используют сотовую конструкцию, которая пропускает поток лучше, чем другие конструкции. Однако благодаря прогрессу в области систем контроля выхлопных газов, созданы и развиваются несколько новых типов катализаторов. Некоторые новые разработки называются двух- или трехступенчатыми катализаторами, и они используют впрыск воздуха в них для помощи в процессе контроля выхлопных газов.

Из-за разнообразия конструкций и тесной интеграции катализаторов с другими системами двигателя невозможно дать конкретные рекомендации по увеличению мощности и одновременно сохранению низкого уровня токсичности.

### **Модификации катализатора**

Имеется большое разнообразие по потенциалам потока между различными катализаторами. Основные причины этого связаны с основной конструкцией. Катализаторы с самой малой эффективностью часто используют шарики из активных веществ, которые, к счастью, становятся менее популярными. Катализаторы такого типа пропускают поток выхлопных газов через множество шариков, покрытых активными веществами, что создает заметное сопротивление потоку. С другой стороны, катализаторы фирмы "Форд" (используемые и другими фирмами) имеют сотовую структуру. Хотя это может выглядеть конструкцией с большим сопротивлением, такой катализатор довольно эффективен. Самое большое сопротивление в большинстве катализаторов с сотовой структурой имеется на входе в сотовую структуру. С помощью конструкций с измененным входом и измененным выходом возможно заметно улучшить поток через такие катализаторы.

Испытания на стендах, показали улучшение потока примерно на 8,51 МЗ/МИН (при давлении 635 мм водяного столба). Это соответствует улучшению потока на 250 % по сравнению с типичным промышленным катализатором.



*Новые удлиненные впускная и выпускная части для катализатора с сотовой конструкцией могут заметно увеличить объем потока.*

Эксперименты с промышленными катализаторами подтвердили их главный недостаток: они дорогие!

### **Горячо! И поддерживайте его таким**

Катализаторы работают правильно, когда они горячие, даже раскаленные! При температурах 200-260° С катализатор достигает начальной температуры, при которой эффективность преобразования токсичных веществ в безвредные соединения около 50%. Рабочая температура для полного преобразования составляет от 500 до 900° С, т. е. близка к температуре в камере сгорания. Сталь при этих температурах раскаляется докрасна.

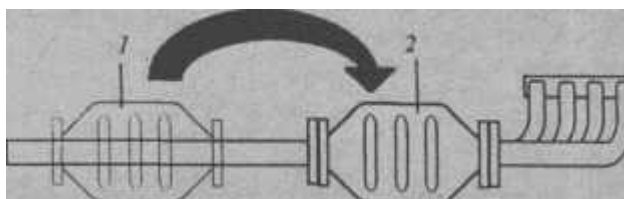
Необходимо учитывать эти температуры при работе с катализаторами. Прежде всего, катализаторы достигают таких высоких температур только, если они расположены очень близко от отверстий выпускных коллекторов. Температура выхлопных газов может заметно снизиться уже в 1,0-1,2 м от выпускного коллектора и катализатор может не достичь даже начальной рабочей температуры. Во-вторых, высокие температуры катализатора требуют соответствующей теплоизоляции для предотвращения разогрева и воспламенения деталей на днище кузова и рядом с катализатором. Это может произойти, когда автомобиль останавливается после интенсивной работы, когда катализатор остается горячим в течение долгого времени после остановки автомобиля.

Существуют несколько факторов, которые могут влиять на срок службы катализатора, особенно при его работе на форсированном двигателе. Если вы будете следовать приведенным ниже указаниям, то катализатор будет служить долго и безотказно:

- При установленном на двигателе катализаторе не пользуйтесь этилированным бензином. Свинец будет осаждаться на материале катализатора и будет мешать его работе. Однако если вы заправились этилированным бензином случайно, и в нем содержится мало свинца, то осажденный свинец может быть выжжен у катализатора, и катализатор снова начнет работать нормально.
- Поддерживайте соотношение воздух/топливо в смеси как можно ближе к стехиометрическому (примерно 14,7:1), так как выброс

токсичных газов минимален при использовании смеси такого состава, и это предотвращает чрезмерные температуры катализатора.

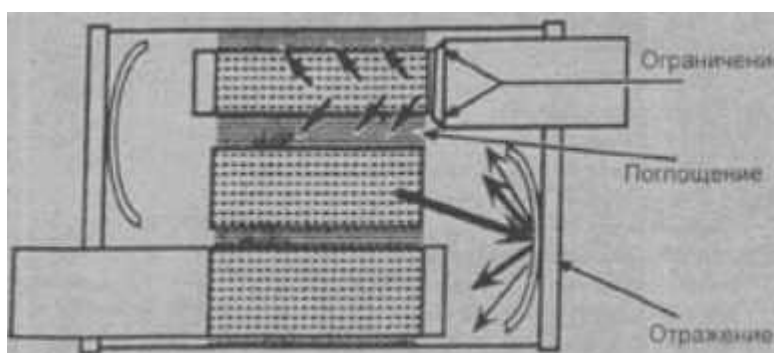
- Поддерживайте двигатель в хорошем состоянии; пропуски зажигания, заедание воздушной заслонки, "дизелирование" (работа двигателя при выключенном зажигании) или "переливание" карбюратора приводят к попаданию топлива в катализатор, что приводит к его сгоранию внутри катализатора, т. е. к повышению температуры катализатора и сокращению срока службы.



*Катализаторы должны быть расположены очень близко к отверстиям выпускного коллектора, чтобы достигнуть начальной температуры от 200 до 260° С.  
1 -150° С; 2 - 260° С.*

## **Глушители**

После катализатора следующей большой помехой потоку газов является глушитель. Хорошо сконструированный глушитель будет уменьшать шум от работы двигателя, не создавая избыточное обратное давление и не "придушивая" двигатель. К сожалению, не все глушители хорошо сконструированы. Фактически, некоторые глушители являются такими "хорошими" в создании обратного давления, что они могут отнять от 30 до 40 л. с. у форсированного в заводских условиях двигателя V8. Но вместе с тем есть и отлично работающие глушители и, подобрав глушитель правильной конструкции, вы можете получить существенную прибавку мощности.



*Глушители уменьшают шум тремя способами: с помощью ограничения, поглощения и отражения.*

Глушители можно разделить на три основные категории: ограничители, поглотители и отражатели. "Тишина" большинства промышленных глушителей достигается путем создания ограничений

потоку, что делается продавливанием выхлопных газов через каналы небольшого диаметра. К сожалению, эта методика также создает большое обратное давление и отбирает большую мощность. Специальные глушители, с другой стороны, часто основаны на поглощении, когда звук, поступающий в корпус, преобразуется в тепло при своем взаимодействии с поглощающим материалом, подобным фиберглассу, путем процесса трения. Этот метод создает меньшее обратное давление, но он менее эффективно заглушает шум. Глушители также используют внутренние перегородки для отражения звуковых волн обратно к входной стороне. Лучшие глушители для форсированных двигателей часто сочетают методики отражения и поглощения для улучшения шумопоглощающих свойств, сохраняя в то же время большие внутренние каналы для уменьшения сопротивления потоку газов. Превосходным примером таких конструкций может служить глушитель CYCLONE SONIC TURBO. Он использует поглощение в стеклопакете и обратные акустические "зеркала" для отражения звуковых волн.

## **Имидж "Турбо"**

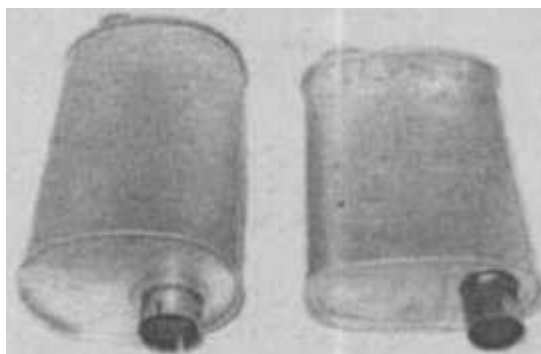
В течение последних 20 лет некоторые глушители с репутацией "Турбо" стали популярными для использования в форсированных двигателях. Первый "турбо"-глушитель был разработан в США для двигателя с турбонаддувом, устанавливаемого на модели CHEVROLET CORVAIR в 60-е годы. Он использовал комбинацию систем отражения и поглощения и был разработан для уменьшения уже низкого шума от двигателя с турбонаддувом (турбоагнетатели существенно уменьшают шум от выхлопных газов). Так как очень сильного снижения шума не требуется, обратное давление глушителя было довольно низким. Конструкторы автомобилей типа "хот-род" вскоре начали верить, что его можно использовать в этой области, хотя его "заглушающие" свойства на нормальных атмосферных двигателях были довольно ограничены. Откликаясь на требования рынка, некоторые фирмы-производители использовали этот имидж "турбо-глушителя" для увеличения объема продаж. Глушители, которые многие продавали благодаря их технической "похожести" на оригинальную конструкцию, не всегда были плохими и некоторые из них вполне могли бы быть установлены на форсированные двигатели. Фактически, некоторые турбо-конструкции подтвердили, что они имеют большее сопротивление, чем стандартные глушители.

## **Керамические блоки**

ЕСЛИ и было изделие, продаваемое и покупаемое с подозрительностью, то это были глушители с керамическими блоками. Для многих само название "керамический блок" уже говорило об улучшенных характеристиках, и некоторые фирмы-производители старались подстроиться к этому интересу. Однако, к сожалению, многие

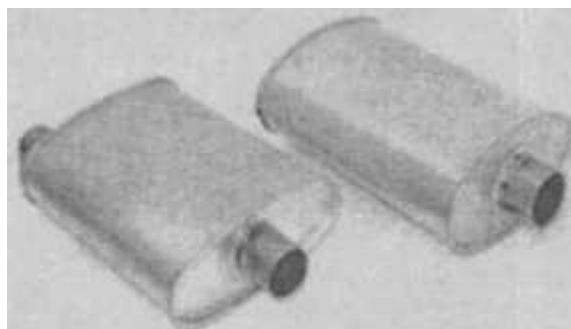


глушители с керамическими блоками являются менее эффективными, чем обычные глушители. На рынке имеются несколько качественных керамических блоков, но в начале 90-х годов на одну хорошую конструкцию приходилось не менее одной плохой. Тем не менее, пока вы подберете правильный глушитель, вы можете приобрести несколько таких, которые не приведут к увеличению мощности и топливной экономии. Более того, многие керамические блоки используют материалы не лучшего качества, и глушитель может стать очень шумным после даже недолгой работы.



*Здесь показан оригинальный глушитель для модели CORVAIR с турбодвигателем (слева). Он был сконструирован для 6-цилиндрового двигателя с турбокомпрессором. Так как турбокомпрессоры сами заметно снижают уровень шума, то такой глушитель обеспечивал всего лишь минимальное уменьшение шума. При установке на обычный двигатель этот глушитель был очень шумным. Имеется много глушителей, носящих наименование "турбо" (например, показанный справа), но лишь некоторые из них обеспечивают хорошее снижение шума и низкое сопротивление потоку.*

К счастью, довольно легко различить хорошие и плохие керамические блоки без использования испытательного стенда. Надежную оценку можно сделать, посветив внутрь глушителя и проверив центральную трубу. Если канал существенно уменьшается в размерах от входа к выходу, или если вы не сможете увидеть выходное отверстие вообще, то лучше такой глушитель не покупать. Во-вторых проверьте отверстия, пробитые в центральной трубе, которые позволяют выхлопным газам попадать в материал керамического блока. Если они выступают в поток газов, как небольшие колпачки, то это существенно увеличит ограничение потока и будет мешать ему.



*Некоторые "турбо-глушители" лишь очень немного похожи на настоящие конструкции для форсированных двигателей. Фактически, некоторые из них имеют*

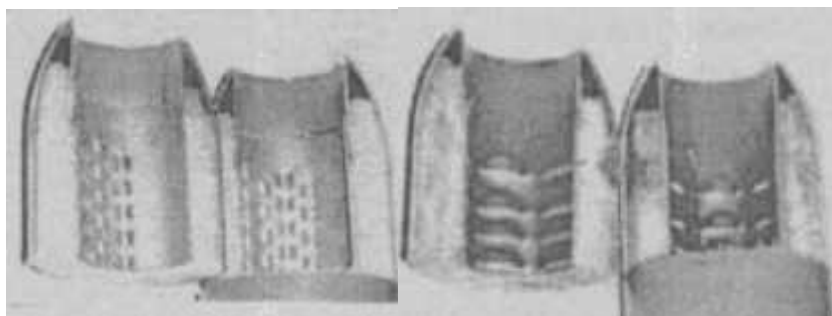
*большее сопротивление потоку, чем стандартные глушители; другие почти такие же шумные, как и простые трубы.*

Однако если отверстия пробиты наружу от центральной трубы и направлены к наружному корпусу, то это качественный глушитель. Теперь можно заключить: керамический блок с отверстиями в центральной трубе, пробитыми наружу, почти наверняка производит больше шума. Вы можете использовать 2 или 3 таких керамических блока в каждой выхлопной трубе для достижения приемлемого уровня шума.



*Правильная и неправильная установка керамического блока с отверстиями, пробитыми внутрь. 1 - обратный поток; 2 - прямой поток.*

Выхлопные газы, нормально проходящие через центральную трубу с отверстиями, пробитыми внутрь, будут ударяться о верхнюю кромку каждого отверстия и будут двигаться назад вдоль такого зубца, что существенно увеличивает сопротивление. Однако, если глушитель установить наоборот, то поток выхлопных газов будет разрываться около каждого зубца. Разница между прямым и обратным потоком может быть очень большой и достигает почти 50%. Однако установка керамического блока с отверстиями, пробитыми внутрь, также увеличивает уровень шума. Фактически, так как "обратные", т. е. внутренние, отверстия стремятся закрыть входные каналы к материалу блока, то уровень шума, может быть даже выше, чем у глушителя с отверстиями в центральной трубе, пробитыми наружу.



*Всегда проверяйте отверстия, пробитые в центральной трубе. Если отверстия пробиты наружу от центральной трубы и по направлению к наружному корпусу, а центральная труба большая (как показано внизу), то такой глушитель можно считать хорошим.*

## **Построение выпускной системы**

Выпускная система состоит из системы соединительных труб, которые направляют выхлопные газы от выпускных коллекторов к задней части автомобиля.

## **Конструкция системы и размер труб**

Прежде всего, каждый форсированный двигатель V8 должен быть оснащен двойной выпускной системой. Среднестатистический двигатель V8 выдает значительный объем горячих выхлопных газов на высоких оборотах двигателя. Если все эти газы направляются через одну выхлопную трубу и глушитель, то такая система почти всегда страдает от избыточного обратного давления. Чтобы избежать этого, можно пойти двумя путями. Первый: установить практичную двойную выпускную систему с глушителями, обеспечивающими высокие значения потока газов. Второй: найти пространство для трубы с отверстием от 89 до 100 мм и для одинарного глушителя, который пропускает поток от 17 до 23,7 м<sup>3</sup>/мин, например, глушитель от грузовика с диаметром 300 мм и длиной до 1200 мм.

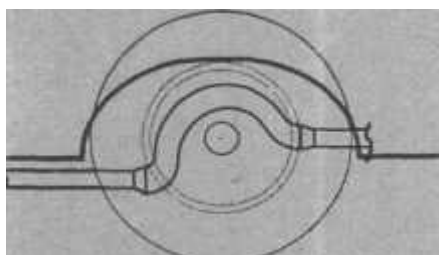
Предполагая, что ваш выбор остановился на более практичной двойной выпускной системе, вопрос теперь заключается в том, каким должен быть диаметр трубы, которая соединяет выпускные коллекторы с глушителями. Большинство фирм по форсировке двигателей устанавливает трубу диаметром 63,5 мм, так как это является обычным размером для стандартных глушителей, а большие трубы часто требуют дополнительного изгиба и могут создать проблемы с зазором у днища кузова. Рассуждая с практической точки зрения, труба с диаметром 63,5 мм подходит для большинства двигателей для повседневного использования мощностью до 400 л. с. и даже более. Если двигатель выдает значительно большую мощность или оснащен выпускными коллекторами, которые имеют приемные трубы размером 100 мм, то вам могут потребоваться трубы увеличенного размера. Однако ограничения по зазору могут потребовать "ступенчатого" решения. К примеру, труба размером 100 мм отходит от приемных труб на короткое расстояние, а затем постепенно сужается до размера 63,5 мм у глушителей. Однако перед тем как вы решите использовать трубы, размер которых превышает 63,5 мм, всегда имейте в виду, что относительно прямая труба, идущая от фланца приемной трубы к глушителю, имеет, меньшее сопротивление потоку по сравнению с глушителями. Используйте только лучшие высокопоточные глушители (часто с диаметром труб, превышающим 57,2 и 63,5 мм) и, если это возможно, используйте трубы, которые по диаметру не меньше, чем входное отверстие глушителя.

Давайте рассмотрим ситуацию, которая может иметь место в случае двигателя для повседневного использования, когда дорожный просвет является важным фактором. Труба с размером 57,2 мм является наибольшим размером, который может быть использован для соединения коллектора и глушителя. Однако глушитель с входным отверстием 57,2 мм и внутренней трубой такого же размера почти наверняка пропускает меньший поток, чем глушитель с трубой размером 63,5 мм. Для

оптимизации этой системы используйте глушитель большего размера с внутренней трубой диаметром 63,5 мм (так как даже самый большой глушитель остается самым ограничивающим элементом системы) и добавьте короткий переходник перед глушителем, чтобы увеличить размер труб с 57,2 до 63,5 мм. Никогда не уменьшайте размер приемной трубы выпускного коллектора при переходе к глушителю с центральной трубой меньшего размера.

## Изгибы в выпускной системе

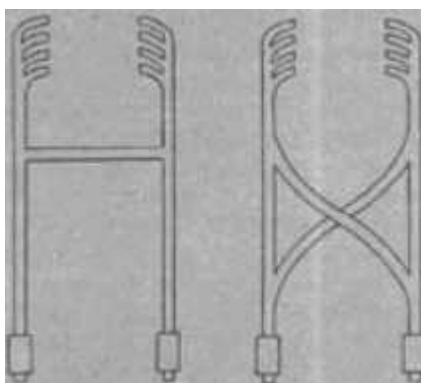
Практически невозможно использовать в выпускной системе только прямые трубы. Изгибать трубы необходимо, чтобы обойти детали трансмиссии и подвески. К сожалению, каждый изгиб увеличивает обратное давление и уменьшает мощность двигателя. Сопротивление потоку будет уменьшено, если в областях с изгибами будут использоваться трубы большего размера. Всегда используйте изгибы как можно большего диаметра. Избегайте острых изгибов или гибки труб, так как любые внутренние неровности в трубах увеличивают обратное давление.



*Тщательно спланируйте выпускную систему.*

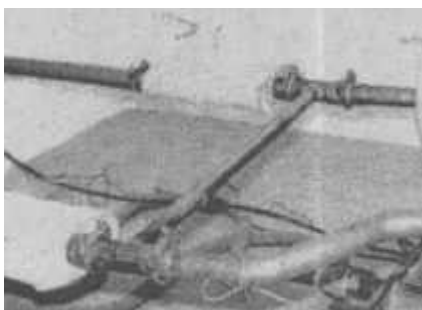
## Поперечные трубы

Большое количество стендовых и ходовых испытаний показали, что простая поперечная труба, соединяющая две стороны в двойной выпускной системе чуть позади приемных труб и перед глушителями, может увеличить мощность двигателя. Прирост мощности от использования поперечной трубы имеет место как на обычных, так и на гоночных автомобилях, но причины роста в разных случаях отличаются.



*Выпускные системы с поперечными трубами могут быть созданы различными путями. Единственная ровная поперечная труба допускается, когда емкость глушителя по потоку достаточно высока. Система с двумя поперечными трубами будет увеличивать мощность, если глушители имеют большое сопротивление потоку или если она используется на двигателях с мощностью более 350 л. с. Чем большее сопротивление имеют глушители, тем большая мощность может быть получена от использования системы с поперечной трубой.*

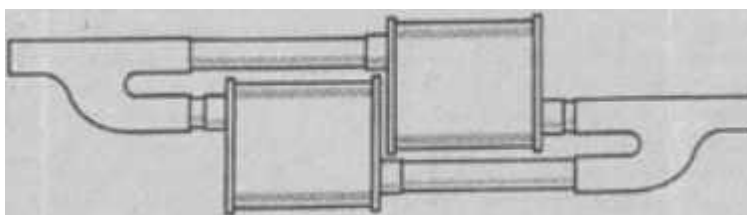
На гоночном автомобиле с открытой выпускной системой и с поперечной трубой между приемными трубами эта труба передает ударные волны выхлопных газов с одной стороны системы на другую. На обычных автомобилях поперечная труба выполняет дополнительную функцию: поперечная труба позволяет каждой стороне двигателя частично разделять емкость потока комбинированного глушителя. Хотя даже самая эффективная поперечная труба не удвоит поток в системе, улучшение на 25% является обычным делом.



*Многочисленные испытания на стенде и в движении продемонстрировали, что простая поперечная труба, соединяющая две стороны двойной выпускной системы сразу же после приемных труб и перед глушителями, может увеличить мощность двигателя.*

## **Спаренные глушители**

Иногда бывает невозможно уменьшить обратное давление выхлопных газов до приемлемого уровня с помощью одного глушителя в каждой стороне выпускной системы. Это часто происходит на высокофорсированных двигателях большого рабочего объема (т. е. более 6500 см<sup>5</sup>). Если измеренное давление в системе составляет более 0,35 кгс/см<sup>2</sup>, то может потребоваться использовать по два глушителя на каждой стороне, которые соединены параллельно.



*Ступенчатое расположение глушителей.*

В этих случаях выхлопные газы от каждого блока цилиндров проходят через два глушителя (см. рис. далее) и для двигателя V8 требуется всего 4 глушителя. Если переходник Y-образной формы, который распределяет выхлопные газы между каждой парой глушителей, сконструирован правильно, то эффективный поток двух глушителей будет примерно удвоен по сравнению с одиночным глушителем на одной из сторон.

Наиболее очевидным недостатком спаренных глушителей, кроме цены, является то, что на большинстве автомобилей имеется недостаточный зазор под кузовом, чтобы разместить два глушителя рядом друг с другом. Некоторые конструкторы используют ступенчатое расположение спаренных глушителей, что требует меньшего пространства, но во всех случаях важно помнить, что изгибы и переходы от одной трубы к двум и обратно должны быть плавными, большего диаметра и по возможности известного производителя.

## **Практические примеры**

Очевидным вопросом здесь может быть следующий: какой прирост мощности и экономичности можно ожидать, если полностью переделать всю выпускную систему с упором на уменьшение обратного давления? Прирост может быть разным, но приводимые далее примеры покажут, что возможно получить.

Первый двигатель представляет собой экспериментальный четырехцилиндровый двигатель для испытаний на стенде, изначально оснащенный глушителем промышленной конструкции (типичная конструкция с обратным потоком, используемая на многих автомобилях) и короткой прямой выхлопной трубой большого диаметра. После измерения основной кривой мощности стандартный глушитель был заменен специальной конструкцией, которая обеспечивала почти нулевое сопротивление потоку. Фактически, проверки, проведенные на стенде, показали довольно заметное увеличение мощности по сравнению с прежней выпускной системой. При отсутствии других изменений на двигателе уменьшенное обратное давление дало прирост мощности в 8% во всем диапазоне оборотов. Было замечено улучшение экономии топлива в 3-8 % с типичным значением около 6%.

Практическое использование обсуждаемых изменений можно также было видеть на одном из испытательных двигателей V8 с рабочим объемом 5735 см<sup>3</sup>, изначально оснащенного промышленной одинарной выпускной системой. Для определения базового уровня была измерена стандартная мощность, которая составила 152 л. с. с выпускной системой, которая имеет ненормально высокое обратное давление в 1,13 кгс/см<sup>2</sup>. Затем стандартный катализатор с шариками был убран, а промышленный глушитель был заменен глушителем CYCLONE SONIC TURBO. Мощность при этом подскочила до 210 л. с., а обратное давление в выпускной системе снизилось до 0,25 кгс/см<sup>2</sup>. В заключение была установлена двойная выпускная система, которая была тщательно изготовлена для уменьшения обратного давления. Этот узел,

оснащенный двойными турбо-глушителями CYCLONE SONIC, но по-прежнему использующий стандартные выпускные коллекторы, обеспечивал заметный прирост мощности до 47% по сравнению со стандартной выпускной системой. Измеренная мощность составила 224 л. с., а обратное давление в системе составило величину менее 0,07 кгс/см<sup>2</sup>. Однако такой прирост мощности дается не только путем больших материальных затрат при покупке деталей. Двойная выпускная система с высоким потоком может быть заметно шумнее стандартной или даже модифицированной одинарной выпускной системы. Фактически, некоторые системы с турбо-глушителями могут не удовлетворять требованиям по шумности.

Если автомобиль должен удовлетворять требованиям по токсичности выхлопных газов, то частью выпускной системы должен стать катализатор. К счастью потери мощности могут быть уменьшены, если используются катализаторы с двойной сотовой структурой. Они должны быть расположены перед глушителями и по возможности ближе к выпускным коллекторам. Сопротивление может быть уменьшено еще больше путем изменения входной и выходной частей катализатора в длинные конусные каналы. В качестве дополнительного преимущества катализаторы также уменьшают шум от выпускной системы.

## ***Выпускные коллекторы***

На первый взгляд задача отвода выхлопных газов из цилиндров может показаться простой, не требующей каких-то особых конструкторских ухищрений. Однако, как говорилось ранее, двигатель внутреннего сгорания является сложным агрегатом, который функционирует при тщательно продуманном взаимодействии многих динамических систем. Хотя выпускные коллекторы позволяют двигателю легче "выдыхать" путем уменьшения потерь при прокачке, которые имеют место, когда поршень движется вверх при такте выпуска. Это является наиболее очевидным преимуществом, которое могут предложить трубчатые выпускные коллекторы.

Если такт выпуска происходит только один раз, то создание выпускных коллекторов было бы просто задачей по уменьшению сопротивления потоку. Но даже при 2000 об/мин двигатель V8 выдает примерно 70 тактов выпуска за секунду на один блок из четырех цилиндров. Эти импульсы давления, как мы увидим, взаимодействуют с потоком выхлопных газов, образуя сложную динамическую смесь, которая может воздействовать на оптимальный размер труб коллектора, их длину и на общую конструкцию. Может быть, довольно сложно полностью понять динамику потока, но настройка выпускной системы может быть "ключом" к получению дополнительной мощности. Вам потребуется правильная комбинация, и здесь будут даны некоторые рекомендации по достижению лучших результатов.

## Трубчатые или цельные коллекторы?

Выпускные трубчатые коллекторы могут улучшить мощность двигателя, но они не всегда являются лучшим выбором для обычного форсированного (не гоночного) двигателя. Хотя трубчатые коллекторы являются более эффективными в диапазонах средних и особенно высоких оборотов, но если двигатель работает с низкими оборотами, то литые чугунные коллекторы дают хорошие рабочие характеристики, являются более дешевыми (если вы уже имеете их), более компактными и менее склонными к образованию утечек выхлопных газов. Идеальной областью использования для литых коллекторов являются грузопассажирские автомобили, для которых важен крутящий момент на низких оборотах. Если у вас двигатель высокой степени форсировки, то вы сможете получить заметный прирост мощности и топливной эффективности путем использования выпускных коллекторов, которые устанавливаются на обычные мощные двигатели.



*Показанный здесь двигатель FORD INDY с двумя верхними распределительными валами использует одну из хорошо известных конструкций трубчатого выпускного коллектора.*

Цельные выпускные коллекторы неэффективны при больших объемах потоков и на высоких оборотах из-за особенностей их конструкции. Почти все коллекторы, включая даже конструкции для форсированных двигателей, имеют короткие каналы, которые объединяются в общую камеру, имеющую конструкцию, которая не "заботится" о потоке. Когда выхлопные газы попадают в выпускной коллектор, они встречают два главных препятствия:

- каналы с сопротивлением потоку;
- импульсы от каждого цилиндра влияют друг на друга и сильно увеличивают сопротивление потоку, так как длины отдельных труб для разных отверстий часто очень малы.

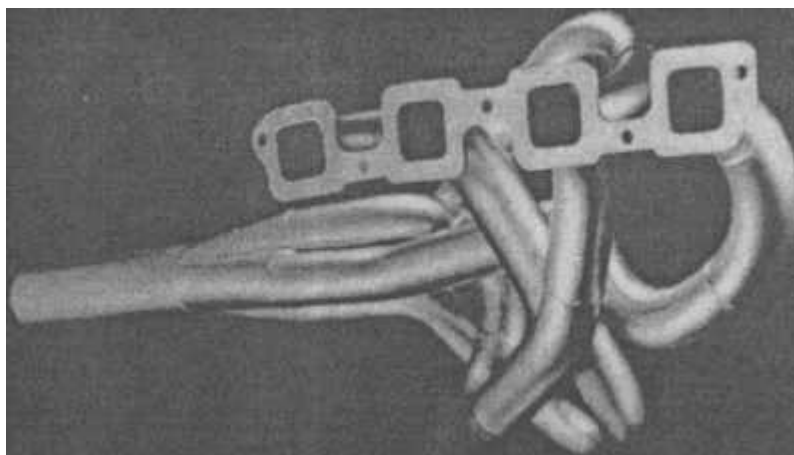


## Как работают выпускные коллекторы

Трубчатые выпускные коллекторы подвержены обоим недостаткам, указанным выше. При увеличении длины каждой трубы и плавных изгибов, а также эффективной изоляции отдельных каналов, применение выпускного коллектора трубчатого типа улучшает поток и практически убирает влияние цилиндров друг на друга. Когда выпускные коллекторы сочетаются с эффективной выпускной системой (высокопоточные глушители и т. д.), то дополнительную мощность можно получить путем продувки цилиндров.

## Инерционная и волновая продувка

Может показаться, что устройство, сделанное из металлических труб, и в котором нет движущихся деталей, может втягивать свежую топливовоздушную смесь через открытый впускной клапан почти над малоподвижным поршнем и поможет освободить камеру сгорания от выхлопных газов. Это напоминает установку турбонагнетателя, которому не нужен подвод мощности: нет приводных ремней, нет вращающихся турбин; он выдает необходимую дополнительную мощность. Может показаться удивительным, но трубчатые выпускные коллекторы могут обеспечить этот прирост мощности, когда они правильно изготовлены. Поэтому, давайте заглянем внутрь труб и рассмотрим, как работает этот воображаемый "турбонагнетатель".



*Эта "путаница" труб большого диаметра — выпускной коллектор STREET HEMI выпуска фирмы STAHL, который использует инерционную продувку и резонансную настройку для очистки камер сгорания от выхлопных газов и улучшения мощности.*

Когда импульсы давления проходят через каждую выхлопную трубу, они могут переносить энергию, которая действует двумя путями для генерации эффекта продувки и улучшения мощности. Во-первых, движущая масса газов имеет инерционные свойства. Инерция представляет собой тенденцию движущихся тел к сопротивлению любым изменениям в их движении. Поток газов высокого давления, который выходит из каналов головки блока цилиндров, имеет тенденцию

сохранять движение через трубы коллектора, и инерция этих газов, если она достаточно сильная, будет втягивать дополнительную топливовоздушную смесь через открытые впускные и выпускные клапаны при перекрытии клапанов.

Также имеется второй путь, которым выпускные коллекторы помогают удалить выхлопные газы из цилиндра: ударная волна низкого давления, образуемая, когда импульс выпускных газов высокого давления выходит из системы, может помочь втянуть дополнительную топливовоздушную смесь в цилиндр при перекрытии клапанов. Чтобы легче понять, как этот механизм работает, выберем одну трубу коллектора. Как уже указывалось, когда впускной клапан открывается, выходящие под высоким давлением газы "выскакивают" в трубу и образуется импульс давления. Этот импульс, движущийся со скоростью звука, быстро достигает конца выхлопной трубы, где образуется отраженная волна с давлением ниже атмосферного. Эта обратная волна движется обратно по трубе к выпускному клапану также со скоростью звука, которая изменяется с температурой, но обычно составляет 360-400 м/сек. Путем изменения длины первичной трубы коллектора время, требуемое для возврата импульса к выходному отверстию, будет изменяться. С помощью тщательного подбора этой длины возможно подобрать время возврата волны низкого давления к оборотам двигателя. Для трубы конкретной длины и определенного значения оборотов двигателя, импульс низкого давления может быть точно настроен так, что он достигнет выпускного отверстия при перекрытии клапанов, когда он поможет выдуть остаточные выхлопные газы, которые поршень не может выдавить из камеры сгорания. Эта отраженная волна, в свою очередь, вызывает втягивание потока топливовоздушной смеси в цилиндр через открытый впускной клапан перед тем, как поршень начнет такт впуска.

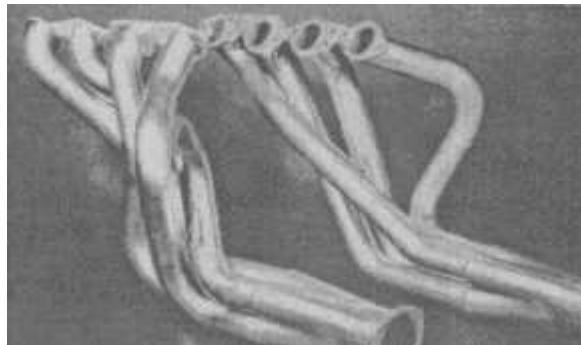
Регулировка длины трубчатого выпускного коллектора для оптимизации продувки обратной волной называется резонансной настройкой. К сожалению, в двигателестроении всегда имеются недостатки, которые сопровождают получение прироста мощности. Длина трубы выпускного коллектора обеспечивает нужное время для возврата обратного импульса только в узком диапазоне оборотов двигателя. Если эта труба относительно короткая, то резонансный эффект наступает в области высоких оборотов; если она относительно длинная, то эффект проявляется в области низких оборотов двигателя.

## **Настройка выпускного коллектора**

Подобно другим важным деталям для получения мощности, находящимся внутри или снаружи двигателя, выпускной коллектор является одной из частей системы "дыхания" двигателя. Чтобы быть наиболее эффективным, он должен работать совместно с другими деталями этой системы. "Командным центром", определяющим характеристики выпускной системы "дыхания" двигателя, является распределительный вал, а общие характеристики выпускной системы

могут быть непосредственно связаны с фазами газораспределения распредвала. Выбор распредвала существенным образом определяет, в какой области оборотов двигателя будут достигаться- максимальная мощность и крутящий момент. Для гоночного двигателя длины и диаметры деталей выпускного коллектора должны сочетаться с характеристиками, определяемыми распред-валом. Для высоких оборотов конструкция выпускного коллектора должна включать в себя трубы большого диаметра и относительно короткие и приемные трубы большого диаметра. Для работы на двигателях повседневного применения и топливной экономичности выпускные коллекторы имеют конструкцию с трубами малого диаметра и относительно большой длины.

Всегда опасно делать какие-либо обобщения, но из-за общности конструкций большинства двигателей V8 можно сделать два заявления. Первое состоит в том, что за исключением автомобилей с выдуванием отработанных газов, выпускные коллекторы без приемных труб практически не работают. Конструкция с одинарной трубой эффективна на автомобилях, рассчитанных на использование гоночного топлива, так как турбокомпрессор полностью продувает цилиндры, направляя трубы коллектора к другим деталям. Во-вторых, практически все "обычные" выпускные коллекторы состоят из четырех отдельных труб, соединяющихся в большую приемную трубу. Такая конструкция делает возможным использование взаимодействующих ударных волн, образующихся в двигателе V8 от цилиндра к цилиндру, и является самым лучшим выбором для форсированных и гоночных двигателей.



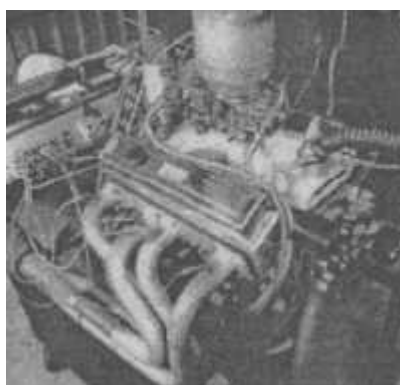
*Выпускной коллектор лучшей конструкции состоит из 4 отдельных труб, соединяемых в приемную трубу большого диаметра.*

Поиск оптимального диаметра и длины труб для гоночного двигателя всегда требует большого объема стендовых испытаний. Метод "проб и ошибок" является одним надежным способом для подбора деталей, которые будут хорошо работать в выбранной области оборотов. Такая неопределенность в основном обязана тому, что каждый выпускной коллектор ^ производит множество ударных волн, которые затрудняют точный анализ. К счастью, повторная проверка основной конструкции двигателей V8 упростит наше понимание работы выпускного коллектора и может дать некоторые основные ориентиры для общей конструкции коллектора и подбора труб.



*Такие специальные "выпускные коллекторы 180° конструкции устанавливались на линиях специального назначения, а конструкция фирмы STANL с соединением болтами выпускались для спортивных моделей.*

Многие люди склонны рассматривать двигатель V8 как два рядных 4-цилиндровых двигателя на общем коленчатом валу. На самом деле это далеко не так. Двигатель V8, по сути, представляет собой 4 двигателя V2, соединенных вместе в 90-градусной последовательности. Эта конструкция выдает неравномерный такт выпуска, разделенный на каждый блок цилиндров. Это в некоторой степени уменьшает потенциал мощности разделенных по блокам цилиндров выпускных коллекторов (4 цилиндра на один коллектор).

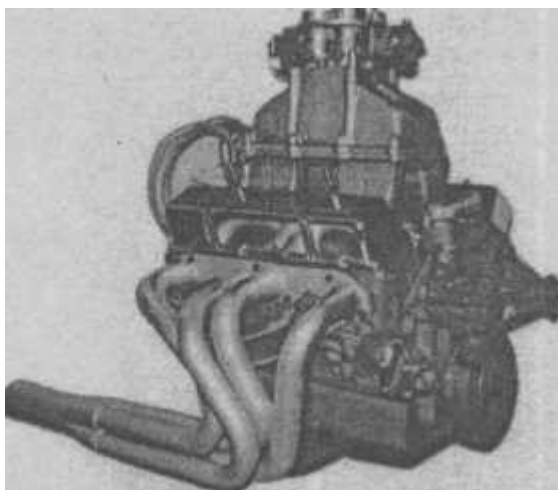


*Определение лучшего диаметра труб и их длины для гоночного двигателя всегда требует большого объема стендовых испытаний. Неравномерное разделение такта выпуска на двигателях V8 приводит к такому смешиванию ударных волн в каждом из блоков цилиндров. Метод проб и ошибок часто является единственным надежным путем для оптимизации конструкции и получения максимальной мощности.*

Для обеспечения равномерной последовательности продувки цилиндров на двигателе V8 некоторые из труб коллектора должны пересекаться с противоположным блоком цилиндров. Такие системы широко известны как 180-градусная конструкция, так как импульс выхлопных газов возникает в каждой приемной трубе каждые 180° поворота коленчатого вала. Недостатками этой системы являются достаточно критичные длины труб выпускного коллектора и то, что типичные двигатели V8 требуют трубы такой малой длины, что их часто невозможно сделать из-за несоответствующего расстояния между головками блока цилиндров.

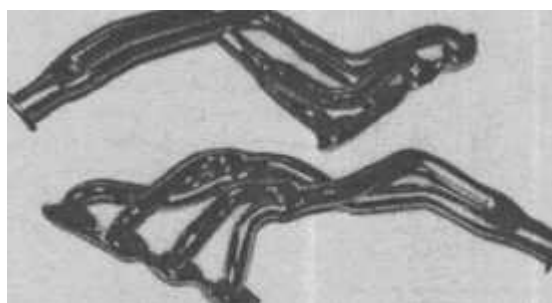
## Выпускные коллекторы с разделением по блокам цилиндров

Хотя система с разделением по блокам цилиндров (4 цилиндра на 1 коллектор) чуть менее эффективна, чем выпускаемый коллектор со 180-градусной конструкцией, но положительным явлением в этом случае является то, что она менее чувствительна к длине труб. Фактически большой объем стендовых испытаний требуется только для определения оптимальной длины труб при получении нескольких дополнительных лошадиных сил при создании гоночного двигателя.



*Хотя выпускная система с разделением выпускных коллекторов по блокам цилиндров чуть менее эффективна, чем выпускной коллектор со 180-градусной конструкцией, она гораздо менее чувствительна к длине труб, и ее гораздо легче сделать и установить на автомобиль.*

Испытания на стенде показали, что большинство двигателей нечувствительны к форме каналов, по которым выхлопные газы выходят из головки блока (выпускных каналов). Более того, пока общая конструкция выпускного коллектора обеспечивает поток, нет большой чувствительности к неровностям в трубах (иногда закрыто до 2/3 выхода в одном цилиндре), к изменениям в длине труб и их диаметре, но имеется большая чувствительность к числу изгибов и к их радиусам. Сильные изгибы существенно увеличивают сопротивление потоку и сглаживают эффект продувки, а это почти всегда приводит к снижению мощности.



*Трубчатый выпускной коллектор с конфигурацией "три Y" выпуска фирмы DOUG THORLEY имеет упрощенную общую конструкцию, уменьшенное число изгибов и невысокую стоимость.*

К счастью, трубы с длиной от 550 мм до 1200 мм выдают очень близкую мощность на большинстве форсированных или гоночных двигателей. Такая нечувствительность к длине очень полезна, так как это упрощает установку под автомобилем и позволяет сделать оптимальную общую конструкцию. Не стоит переживать по поводу почти незаметного эффекта неравной длины труб выпускного коллектора — изменение в длине до 300 мм и даже больше показывает очень небольшие отклонения по мощности. Можно оптимизировать мощность путем уменьшения сопротивления потоку благодаря сокращениям количества изгибов и увеличения их радиусов.

### **Выпускные коллекторы с конфигурацией "три Y"**

Интенсивность по длине является основной причиной, по которой выпускные коллекторы с конфигурацией "три Y" хорошо работают. Конструкция типа "три Y" объединяет 4 первичные трубы в две пары вторичных труб примерно на 1 /3 расстояния до приемной трубы. Такая конфигурация "4->2->1" существенно упрощает общую конструкцию, уменьшает число изгибов и снижает стоимость. Испытания, которые были проведены на этих коллекторах, показали, что они производили мощность, лишь ненамного меньшую, чем качественный выпускной коллектор с конфигурацией "4->1". Особенно это выявилось при работе с распредвалами, обеспечивающими продолжительность открывания клапанов более 270°. Однако, когда даже лучшие коллекторы типа "три Y" используются с распредвалами, обеспечивающими продолжительность открывания клапанов более 270°, они часто обеспечивают существенно меньшую максимальную мощность, чем качественные выпускные коллекторы "4-> 1".

Для использования в двигателях повседневного применения коллекторы типа "три Y" должны серьезно анализироваться, как практический шаг между цельными выпускными коллекторами и коллекторами "4->1". Хотя многие конструкторы-энтузиасты считают коллекторы типа "три Y" более подходящими для двигателей с низкой степенью сжатия, используемых в грузовых автомобилях. Качественные коллекторы конфигурации "три Y" обеспечивают хороший уровень мощности в двигателях средней форсировки для автомобилей повседневного применения, особенно при работе совместно с высокопоточными выпускными системами, включающими поперечную трубу, проходящую между коллекторами. Вдобавок к этому, коллекторы конфигурации "три Y" часто выдают более широкий диапазон мощности, чем многие системы "4->1", что является дополнительной причиной для возможности их использования в двигателях повседневного применения на тяжелых автомобилях или совместно с автоматической трансмиссией.

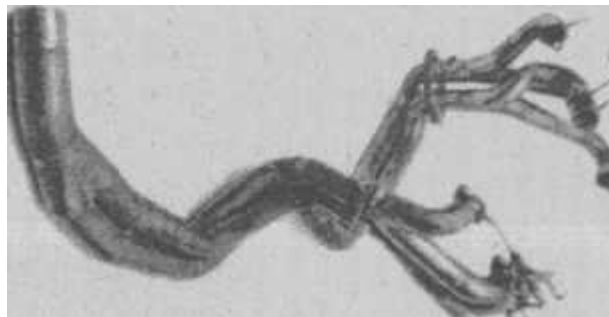
## **Выпускные коллекторы A. R.**

ЕСЛИ вы делаете форсированный двигатель для установки на автомобиль с автоматической трансмиссией, то усилия должны быть направлены на оптимизацию крутящего момента на низких оборотах. Для обеспечения этого некоторые конструкторы-энтузиасты могут выбрать выпускной коллектор с первичными трубами относительно малого диаметра (38-41 мм), так как малые трубы поддерживают высокую скорость выхлопных газов, улучшают инерционную продувку и обеспечивают хорошие значения крутящего момента на низких и на средних оборотах. К сожалению, эти трубы малого диаметра создают дополнительное сопротивление потоку на высоких оборотах двигателя, особенно у двигателей мощностью 325 л. с. и более. С другой стороны, если вы используете первичные трубы большого диаметра для улучшения мощности на высоких оборотах, то эффективность продувки на низких оборотах уменьшится, а крутящий момент и топливная эффективность пострадают на типичных оборотах для режима движения. Может показаться, что можно произвести настройку мощности с одного или с другого конца диапазона оборотов; невозможно иметь ее на обоих концах диапазона. Это было в большинстве случаев до появления выпускных коллекторов A. R.

Название "A. R." в обозначении коллекторов соответствует названию "ANTI-REVERSION" и является торговой маркой фирм CYCLONE и BLACK JACK. Понятие "REVERSION" относится к нежелательному обратному потоку выхлопных газов во впускную систему, который может иметь место, когда скорость выхлопных газов в первичных трубах коллектора мала и инерционная продувка имеет недостаточную энергию для втягивания топливовоздушной смеси в цилиндр при перекрытии клапанов. В этой ситуации обратное давление в системе выталкивает выхлопные газы в каналы впускной системы. Это явление обычно имеет место при низких оборотах, особенно когда выпускные коллекторы с большим диаметром труб сочетаются с распредвалами с высокой продолжительностью перекрытия клапанов.

Конструкция выпускного коллектора A. R. использует трубы большого диаметра для достижения высокой мощности на высоких оборотах. Однако, коллектор внутри сконструирован так, чтобы уменьшить обратный поток, что приводит к эффекту продувки и уменьшению обратного потока у большинства выпускных коллекторов с малым диаметром труб. Приводимая далее таблица показывает основы работы коллектора A. R.: чувствительный к направлению и противодействующий обратному потоку конус устанавливается на поверхность коллектора, что обеспечивает малое сопротивление прямому потоку, но заметно ограничивает обратный поток. Вдобавок, коллекторы A. R. позволяют полезным волнам отрицательного давления легко проходить к клапанам и к камере сгорания и ограничивают волны положительного давления, которые уменьшают мощность двигателя. Хотя выпускные коллекторы A. R. и менее чувствительны к диаметру труб, размер труб по-прежнему определяет в некоторой степени, какая максимальная мощность будет выдаваться в диапазоне оборотов двигателя. Перед тем, как вы

выберете конкретный коллектор, обсудите предполагаемый характер его использования с производителем коллекторов и учтите данные вам рекомендации. Однако, недостатки от использования диаметра первичных труб коллектора А. Р., который слишком велик для применения, меньше, чем у обычного коллектора.



***Показанные здесь выпускные трубчатые коллекторы фирмы SLP ENGINEERING сконструированы для форсированных двигателей автомобилей CHEVROLET CAMARO и PONTIAC FIREBIRD.***

Выпускаемый коллектор А. Р. также может во многих случаях эффективно компенсировать некоторые потери мощности, связанные с обратным потоком, происходящим от неточного подбора деталей выпускной системы. К примеру, обычной причиной обратного потока на низких оборотах являются профили кулачков распределительного вала со слишком большой продолжительностью открывания клапанов и/или перекрытием клапанов, впускной коллектор, разработанный для работы с высокими оборотами или карбюратор с потоком слишком большой емкости для двигателя. Выпускные коллекторы А. Р. смещают потери мощности, связанные с этими деталями.

В заключение, коллекторы А. Р. могут также вносить вклад в величину крутящего момента при частично открытой дроссельной заслонке и в топливную эффективность двигателя. Для гонок "на выживание", когда расход топлива играет большую роль, использование коллекторов А. Р. может увеличить вероятность победы. Фактически, коллекторы А. Р., по-видимому, обеспечивают положительный вклад во всех областях: от быстрой реакции на перемещение дроссельной заслонки на обычном автомобиле до возможности быстрого прохождения поворотов на гоночной трассе. Практически без исключений, сравнительные испытания обычных выпускных коллекторов и коллекторов А. Р. показали, что конструкция А. Р. является лучшей. Это во многих случаях может обеспечить лучшую мощность на низких и высоких оборотах в сочетании с улучшенной топливной эффективностью. Это тот редкий случай, когда вы можете иметь все!

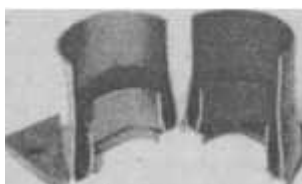
Имеются два других важных аспекта использования выпускных коллекторов А. Р., которые проявлялись при проведенных испытаниях на стенде и в движении. Первым является то, что вы должны использовать поперечную трубу с коллектором А. Р. для получения вклада в уменьшение обратного потока. Без поперечной трубы, соединяющей обе приемные трубы (или выхлопные трубы рядом с



приемными трубами), большинство преимуществ в крутящем моменте на низких оборотах и в топливной экономичности будет потеряно, а коллектор А. R. будет работать как обычный выпускной коллектор. Точно неизвестно, почему это происходит, но это происходит почти во всех случаях. Всегда используйте поперечную трубу с выпускными коллекторами А. R.

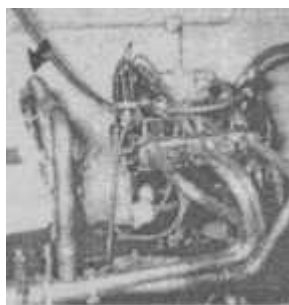
Во-вторых, коллекторы А. R. "очищают" карбюратор, улучшая вакуум у дополнительных диффузоров. Фактически, более сильный вакуум у дополнительных диффузоров от коллекторов А. R. позволяет использовать уменьшенные жиклеры для обеспечения того же самого соотношения воздух/топливо. Если вы пользуетесь одинарным четырехкамерным карбюратором HOLLEY, то топливные жиклеры первичной и вторичной камер потребуется уменьшить на 1 -2 размера, а в некоторых случаях на 3-4 размера для обеспечения нужного соотношения воздух/топливо.

### **Работа выпускных коллекторов А. R.**



Выпускные коллекторы А. R. используют конус, чувствительный к направлению потока и предотвращающий обратный поток выхлопных газов. Он устанавливается на поверхности коллектора внутри первичных труб большого диаметра. Это обеспечивает малое сопротивление прямому потоку и увеличенное сопротивление нежелательному обратному потоку. **1 - высокий прямой поток выхлопных газов; 2 - низкий обратный поток выхлопных газов при перекрытии клапанов.**

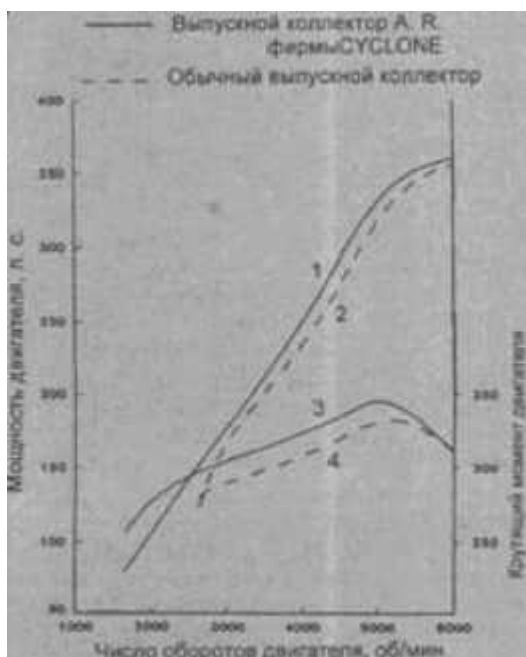
С выпускными коллекторами должна использоваться поперечная труба. Без этой трубы, соединяющей обе приемные трубы, большинство преимуществ в крутящем моменте на низких оборотах и в топливной экономичности будет потеряно.



### **Настройка выпускных коллекторов/дополнительные детали**

## Преимущества коллекторов А. Р. и стандартные выпускные коллекторы

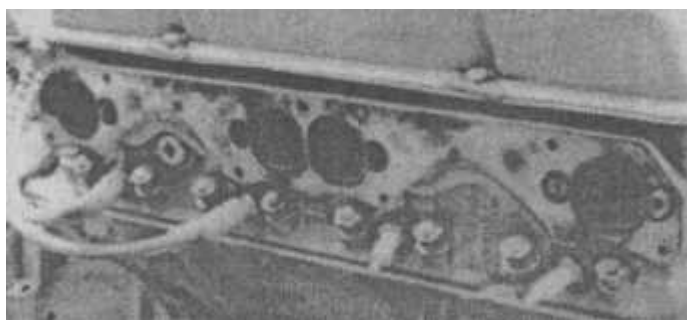
Выпускные коллекторы А. Р. проявляют свои преимущества с помощью конуса, предотвращающего обратный поток и приваренного в месте соединения первичных труб и фланца крепления. Эти конусы чувствительны к направлению потока и помогают



*Здесь показаны кривые мощности и крутящего момента для форсированного двигателя рабочим объемом 5359 см<sup>3</sup>, оснащенного головками блока цилиндров AIR FLOW RESEARCH. Двигатель не работал бы при полностью открытой дроссельной заслонке с оборотами ниже 2800 об/мин со стандартными выпускными коллекторами "4->1". После установки выпускных коллекторов и оптимизации одинарного 4-камерного карбюратора двигатель выдавал стабильную мощность при полностью открытой дроссельной заслонке во всем диапазоне оборотов, начиная с 1800 об/мин. 1- мощность двигателя с коллекторами А, Р.; 2- мощность двигателя с обычными выпускными коллекторами; 3- крутящий момент двигателя с выпускными коллекторами CYCLONE А.Р.; 4 - крутящий момент двигателя с обычными выпускными коллекторами.*

уменьшить поток выхлопных газов, поступающих в топливовоздушную смесь. Подобный, хотя и менее эффективный, направленный поток может быть получен в обычном выпускном коллекторе путем введения несогласованности между отверстием во фланце выпускного коллектора и выпускным каналом. Для получения ограничения потока в нужном направлении отверстие во фланце выпускного коллектора должно быть больше, чем диаметр выпускного канала. Несогласованность размеров канала и фланца будет иметь очень незначительное влияние на поток из канала, так как выхлопные газы поступают в трубу большого диаметра с меньшим сопротивлением, а выступающая кромка из-за несогласования размеров будет заметно уменьшать обратный поток в канал. Результатом будет то, что некоторый прирост мощности и крутящего момента в области низких и средних

оборотов, обеспечиваемый коллекторами А. R., может появиться на кривых характеристик двигателя с обычными коллекторами.



*Небольшой эффект, подобный эффекту от использования выпускных коллекторов типа А. К., может быть обеспечен в обычных выпускных коллекторах путем введения правильно расположенного несоответствия между отверстиями во фланце впускного коллектора и выпускным каналом в головке блока цилиндров.*

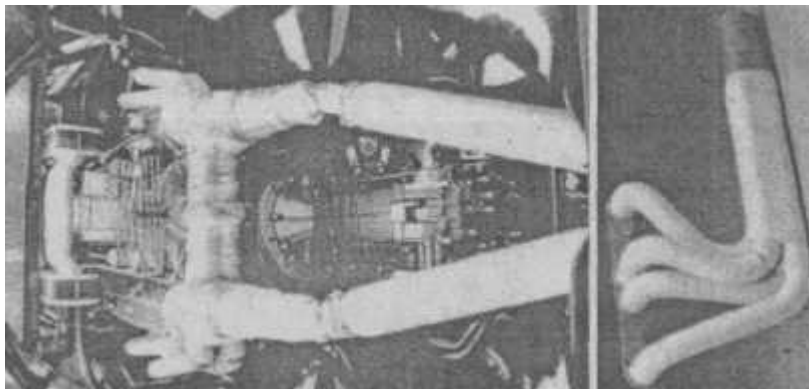
Несоответствие размеров коллектора и канала должно быть тщательно подобрано, иначе могут пострадать общий поток через выпускной канал и мощность. Никогда не создавайте несоответствие между размером фланца выпускного коллектора и канала в головках блока цилиндров в верхней части канала. Все "полезное" несоответствие должно быть расположено в нижней части канала, где скорость потока минимальна. Чтобы правильно поместить несоответствие, важно учитывать расположение выпускных коллекторов на поверхности головки блока цилиндров. Может быть, необходимо приварить и пересверлить монтажные отверстия во фланце коллектора или установить переходные пластины на головки и просверлить новые отверстия во фланцах.

Одно замечание: если вы используете переходные пластины, то обращайтесь с каналами в пластинах как с продолжением выпускных каналов. Для оптимизации потока в канале переходные пластины должны быть соединены с головками, перед тем как головки блоков цилиндров будут проверяться и испытываться.

## **Поддерживайте тепло**

Выпускные коллекторы помогают освобождать цилиндры от выхлопных газов и помогают впускной системе втягивать топливовоздушную смесь. Энергия для этого берется из энергии, содержащейся в самом потоке выхлопных газов. Чем больше энергия, которая может удерживаться внутри труб, пока газы не выйдут в приемную трубу и в выпускную систему, тем эффективнее будет работать выпускной коллектор. Одной из этих форм энергии является тепло, а тепло связано с объемом выхлопных газов и с их скоростью в трубах коллектора. Когда тепло рассеивается от деталей выпускной системы, то скорость выхлопных газов от этого уменьшается и в некоторых случаях это может уменьшить эффект продувки.

Отвод тепла от выпускных коллекторов может влиять на мощность другим, возможно даже более действенным способом: оно рассеивается в моторном отсеке, где нагревает выпускную систему и поступающий воздух. Испытания на стенде показывают, что увеличение температуры поступающего воздуха примерно на 6° С уменьшает мощность двигателя на 1%.

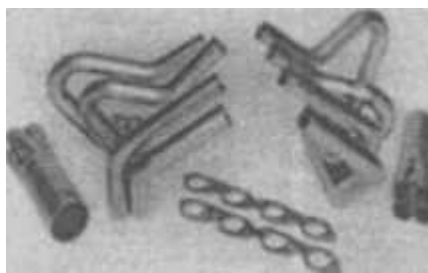


*Детали для теплоизоляции от фирмы THERMO-TEC удерживают больше энергии внутри труб выпускного коллектора, пока выпускные газы не выйдут в приемную трубу или в выпускную систему, что увеличивает эффективность работы выпускного коллектора и турбокомпрессора.*

По этим и другим причинам, включающим и технику безопасности, теплоизоляция деталей выпускной системы стала довольно популярной. Материалы для этого напоминают ткань и имеют различную конфигурацию: полосы, листы и круги. Большинство комплектов для теплоизоляции включают в себя хомуты, высокотемпературную оплетку. Эти детали довольно легко устанавливать.

### **Дополнительные детали для выпускных трубчатых коллекторов**

Некоторые производители выпускных коллекторов, в том числе фирма STAHL HEADERS, предлагают выпускные коллекторы в форме наборов, а также и полностью собранные. Наборы включают в себя изогнутые куски труб, фланцы и приемные трубы, которые надо собирать в единый узел. Или они могут представлять собой изогнутые первичные трубы коллектора, которые предварительно слегка приварены к фланцам, и требуется лишь окончательное сваривание их с фланцами и с приемными трубами. В любом случае, выпускные коллекторы, поступающие в продажу в форме набора, стоят заметно дешевле и позволяют конструктору добавлять какие-то детали для специальных целей или экспериментальной настройки.



*Показанный здесь набор фирмы STAHL HESDERS намного дешевле, чем уже собранный узел и он очень удобен, если вы хотите сделать какие-то модификации.*

Большинство фирм производителей также предлагают широкий ассортимент отдельных изогнутых труб, приемных труб, фланцев, болтов, конусов типа A. R., прокладок и других деталей, необходимых для изготовления выпускных коллекторов. Фирма STAHL HESDERS продает различные неправильно изогнутые трубы, которые представляют собой куски труб, неправильно согнутых при изготовлении трубчатых выпускных коллекторов. Это новые трубы различной формы, длина которых может достигать до 13 м, а диаметр можно подобрать от 32 мм до 54 мм с шагом 3 мм. Такие детали дают возможность без больших затрат изготовить выпускной коллектор для любой выпускной системы.

## **Системы отвода вакуума**

За последние 10 лет преимущества подачи вакуума в масляный поддон стали хорошо известны. Низкое давление внутри двигателя помогает предотвратить детонацию путем уменьшения загрязнения поступающей топливовоздушной смеси и камеры сгорания маслом из системы смазки двигателя. Вдобавок, это также помогает предотвратить утечки масла из прокладок и сальников и может часто привести к появлению дополнительной мощности путем ограничения потерь из-за сопротивления масла.

Такие преимущества могут быть очень важными на гоночных двигателях, но они имеют меньшее практическое значение для форсированных двигателей повседневного применения. На "повседневных" двигателях степень сжатия заметно ниже и там редко используются маслосъемные кольца низкого усилия, которые существенно снижают потенциальную детонацию, вызванную попаданием масла в камеру сгорания. Однако для тех, кто хочет проанализировать добавление вакуумной системы к своему форсированному или гоночному двигателю, адресуется следующая информация.



*Набор от фирмы EDEL BROCK содержит детали, для создания "гоночной" системы на обычных двигателях. Сопло вваривается в выпускную систему и в ней создается низкое давление (разрежение), когда мимо сопла проходят быстро движущиеся выхлопные газы.*

На высоких оборотах выхлопные газы движутся по выпускным коллекторам со скоростью, достаточной для их использования в качестве своеобразного воздушного насоса. В систему вваривается своеобразное сопло, обычно в область приемной трубы, где образуется низкое давление от проходящих мимо выхлопных газов. Это низкое давление (вакуум) может быть использовано с помощью одной из систем для отвода вакуума, которые имеются в продаже. Приемное сопло соединяется с одноходовым клапаном (клапан предотвращения обратных вспышек), воспринимающим импульсы низкого давления, которые затем подводятся к двигателю через камеру для отделения масла. Эта камера возвращает собранное моторное масло обратно в масляный поддон. Такая система создания вакуума, работающая от выпускного коллектора и соединенная с вакуумной системой впускного коллектора для поддержания низкого давления при частично открытой дроссельной заслонке, будет поддерживать вакуум внутри двигателя при всех уровнях мощности.

Неудивительно, что вакуумная система с "приводом" от выпускного коллектора работает лучше всего с открытыми выпускными коллекторами (т. е. без выхлопных труб, глушителей и т. д.). Однако, если двигатель мощностью менее 400 л. с. работает высокопоточной выпускной системой с двойными выхлопными трубами, то система отвода вакуума может работать и с полностью комплектной выпускной системой. Но даже если возможна работа вакуумной системы с источником в выпускном коллекторе на обычном двигателе, то имеются недостатки, которые нужно учитывать, особенно когда вакуумная система впускного коллектора также используется для поддержания вакуума в масляном поддоне в режимах холостого хода и частично открытой дроссельной заслонки. Если в двигателе имеется достаточно высокий вакуум, то масло может не поступать к направляющим втулкам клапанов, и будет иметь место ускоренный износ деталей клапанного механизма. Это может происходить даже при использовании бронзовых направляющих втулок клапанов, которые устанавливаются без сальников стержней клапанов (маслосъемных колпачков). Вместе с тем

бронзовые направляющие втулки от фирм A. P. T. или K-LINE хорошо работают в условиях недостаточной подачи масла, и они являются лучшим выбором для обычных и гоночных двигателей, которые используют систему отвода вакуума.

В заключение, в дополнение к возрастанию надежности благодаря предотвращению детонации и небольшому приросту мощности от уменьшения сопротивления, система отвода вакуума может быть необходимым дополнением к двигателям для грузовых и гоночных автомобилей. Почему? Потому, что это предотвращает утечки масла, а это является причиной серьезных опасений для гонщиков. Несколько капель под автомобилем перед началом гонки могут означать дисквалификацию гонщика и автомобиля, и даже могут привести к катастрофе. В стремлении к изготовлению гоночного двигателя и поддержании его в хорошем состоянии система подачи вакуума может предотвратить утечки масла из-под неправильно установленных прокладок, изношенных сальников и ослабленных болтов. На деле, один из испытуемых двигателей для гоночного грузового автомобиля с отверстием 3 мм с боковой стороны масляного поддона (отверстие было пробито во время гонки) не имел утечки масла, когда он работал, и в масляном поддоне был вакуум. Это позволило гонщику закончить гонку (и не так просто, а победить), но когда гонщик заглушил двигатель, почти все масло из поддона двигателя вылилось на землю.

## **Преимущества от использования выпускных коллекторов**

Влияние, которое выпускные коллекторы оказывают на мощность и топливную эффективность существенно изменяется от одного двигателя к другому. Рассматривая в первую очередь мощность, можно сказать с абсолютной уверенностью, что чем больше форсируется двигатель, тем больший прирост мощности будут предлагать выпускные коллекторы. Если ваш двигатель оснащен распредвалом с короткой продолжительностью открывания клапанов, головками блока цилиндров с ограничением потока и "слабым" двухкамерным карбюратором, то выпускные коллекторы могут прибавить очень небольшую мощность (хотя в процентном отношении она может быть значительной). С другой стороны, если ваш двигатель имеет правильно подобранный распредвал, обработанные головки блоков, эффективный впускной коллектор и хорошо откалиброванный 4-камерный карбюратор, то выпускные коллекторы добавят существенную мощность.