

Тюнинг-модуль дизельного двигателя. Техническое руководство

КАК ЭТО РАБОТАЕТ?

Чтобы объяснить, как работает тюнинг-модуль, нам следует обратиться к теории работы дизельного двигателя.

Главное отличие между дизельным и бензиновым двигателем заключается в способе, с помощью которого топливо-воздушная смесь вводится в цилиндр и затем воспламеняется. В бензиновом двигателе топливо смешивается с поступающим потоком воздуха перед тем, как попасть в цилиндр. Затем, в подходящий момент, образовавшаяся топливо-воздушная смесь воспламеняется свечой зажигания.

При всех условиях работы бензинового двигателя, за исключением езды «в полный газ», дроссельная заслонка ограничивает количество воздуха на входе в коллектор, поэтому цилиндр заполняется не до конца. В дизельном двигателе воздух сам поступает в цилиндр и затем сжимается. Поскольку дизель имеет высокую степень сжатия (обычно 20:1), воздух в момент сжатия становится очень горячим — до 750°C (1 382°F).

Когда поршень завершает такт сжатия, топливо впрыскивается в камеру сгорания под очень высоким давлением и находится в мелко-распыленном состоянии. Температура воздуха достаточно высока для того, чтобы воспламенить впрыскиваемое и смешиваемое с воздухом дизельное топливо. Образовавшаяся смесь затем сгорает и дает энергию, которая заставляет поршень двигаться вниз и совершать рабочий ход.

Бензиновому двигателю всегда необходима искра – дополнительная порция энергии, запускающая весь цикл сгорания топлива. В данном типе двигателя обеспечивается соотношение топлива к воздуху 1:15, что необходимо для правильного смесеобразования. Если бы мы не регулировали количество воздуха в бензиновом двигателе, избыток воздуха, смешиваемого с топливом, не позволил бы смеси сгорать дальше. Это также помогает понять, почему дизелю при частичных нагрузках требуется меньше топлива: дело в том, что сжатие в дизеле не зависит от дроссельной заслонки.

Дизельный двигатель не имеет характерной для бензинового мотора проблемы сгорания топливной смеси, поскольку температура и давление воздуха в нем всегда выше (сжатие) – это позволяет смеси сгорать без участия внешних источников энергии. В бензиновом двигателе мы понижаем степень сжатия при частичной нагрузке на двигатель,

обусловленной положением дроссельной заслонки. Это приводит к снижению эффективности самого двигателя.

Лишь количество впрыскиваемого топлива будет регулировать силовую отдачу дизельного двигателя. Когда мотор работает при низких нагрузках, всегда остается определенное количество воздуха (кислорода), который не используется в процессе сгорания. Такой остаток, причем весьма большой, образуется и тогда, когда мотор работает при полной нагрузке.

В зависимости от производителя двигателя, остаток воздуха (кислорода) может составлять от 20% до впечатляющих 50%! Если в таких условиях в дизель подать больше топлива, отношение прибавки мощности к количеству дополнительного горючего составит почти 1:1.

Таким образом, регулируя подачу дополнительной порции топлива, мы регулируем и дополнительную мощность. Производители двигателей стараются сохранить в работающих моторах определенное количество воздуха, чтобы гарантировать, что силовые агрегаты всегда будут работать с установленным количеством выбросов и потреблять заявленное количество топлива (л/100 км). Когда автомобили используются в странах с температурой окружающего воздуха выше +40°C и плохим качеством топлива, уровень выбросов все же будет сохраняться на прежнем уровне.

В Европе качество топлива очень хорошее, а температуры почти не поднимаются выше +40°C. Впрыскивая дополнительное топливо для улучшения характеристик автомобиля, вполне возможно увеличить мощность мотора и при этом не получить рост вредных выбросов (дыма).

Если мы хотим сделать автомобиль более динамичным, нам нужно лишь убедиться, что в мотор впрыскивается больше топлива, дающего прибавку в количестве лошадиных сил.

COMMON RAIL (CR)

В 1997 году компания Bosch начала массовое производство аккумуляторных топливных систем, или систем Common Rail, с давлением впрыска до 1350 бар, новыми насосами высокого давления и еще более эффективными модулями управления. Новейшее поколение систем Common Rail делает двигатели более экологичными, тихими и мощными, чем прежде. В системе Common Rail насос высокого давления сжимает топливо и доставляет его в аккумулятор высокого давления, или общую топливную магистраль. Строго определенные порции топлива через заданные промежутки времени впрыскиваются в камеру сгорания с помощью форсунок, управляемых клапанами с электромагнитным приводом.

Common Rail – единственная система подачи топлива, в которой давление топлива не зависит от последовательности впрыска, что позволяет произвольно выбирать значение давления впрыска в диапазоне от 250 до 1350 бар и задавать его через систему управления двигателем.

Давление измеряется в общей топливной магистрали посредством датчика и все время подается на форсунку. Открытие и закрытие электрогидравлических форсунок производится с помощью электромагнитных клапанов. Предварительный и основной впрыск контролируются циклическим приведением в действие электромагнитного клапана. Минимально возможные порции топлива во время впрыска (1-2 мм³ за 1 ход поршня) можно получить путем сокращения длительности импульса открытия форсунки до менее чем 200 микросекунд.

Однако все описанное выше вовсе не значит, что технология Common Rail не может развиваться дальше. Действительно, компания Bosch в настоящее время разрабатывает управляемую пьезоэлектрически систему Common Rail, которая будет иметь гораздо большую рабочую скорость, чем используемые сейчас системы с электромагнитными клапанами. Эта инновационная технология откроет новые возможности и даст огромное преимущество в деле дальнейшего снижения вредных выбросов в атмосферу.

Если мы хотим впрыскивать больше дизельного топлива, мы можем сделать это двумя способами: либо увеличивая по продолжительности фазу впрыска, либо производя впрыск под более высоким давлением. Именно в рамках последнего из способов работа тюнинг-модуля дает наилучшие результаты.

ПОЧЕМУ ТЮНИНГ-МОДУЛЬ ПОДХОДИТ ТОЛЬКО ДЛЯ ТУРБОДИЗЕЛЕЙ?

Турбодизели имеют большой остаток воздуха, обусловленный работой системы турбонаддува, в то время как у атмосферных дизелей он составляет лишь приблизительно 8% – количество, минимально необходимое для появления выхлопных газов темного цвета.

Если количество впрыскиваемого топлива более этих 8%, образуется избыток черного дыма из выхлопной трубы. Очень сложно заставить атмосферный дизель использовать больше воздуха. Позволить такому мотору «дышать» лучше могут только иной распредвал, более крупные клапаны и (или) установка турбины – однако все это в итоге выливается в крупные расходы на доработку автомобиля.

ПОЧЕМУ ЭТО НЕ ПОВЛИЯЕТ ОТРИЦАТЕЛЬНО НА ЖИЗНЬ ДВИГАТЕЛЯ?

Производители двигателей всегда задают своей продукции 3 базовых свойства: уровень выбросов, срок службы и расход топлива.

Эти три качества всегда взаимосвязаны, однако увеличение мощности и крутящего момента не скажется отрицательно на жизни мотора. И вот почему:

- Производители силовых агрегатов закладывают в серийные моторы запас для улучшения их характеристик приблизительно на 50%.
- Период времени (рабочий цикл), когда двигатель работает с повышенной мощностью, очень небольшой. Это означает, что лишь примерно 3-5% своего срока службы двигатель развивает более значительную, чем обычно, мощность.

В целом величина повышенного износа и деформаций двигателя не поддается измерению.

ПОЧЕМУ ЭТО НЕ ПОВЛИЯЕТ ОТРИЦАТЕЛЬНО НА УРОВЕНЬ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ?

Если мы посмотрим на выбросы дизельного автомобиля, мы увидим, что в выхлопных газах присутствуют несколько различных соединений: CO₂, CO, HC, NO_x, SO₂, O₂, C (дым) и H₂O (вода).

Тюнинг-модуль, установленный на двигатель с системой Common Rail, позволит производить впрыск топлива за более короткое время, но при более высоком давлении. Все это приведет к сокращению времени сгорания топлива.

Благодаря уменьшению времени сгорания, начальная и средняя температуры сгорания будут расти. Азот, который двигатель всасывает в себя вместе с воздухом, имеет следующую особенность: чем выше температура, тем больше азота будет соединяться с кислородом (O₂).

Это приведет к увеличению выбросов оксидов азота (NO_x). Однако эффективность работы двигателя возрастет, поэтому выделение CO, CO₂, HC, SO₂ и углерода пойдет на убыль.

Не вызывает сомнений следующий факт: ставя целью улучшить работу дизельного двигателя и сократить выбросы CO₂, мы вместе с тем увеличиваем объем выбросов NO_x. Последние могут быть измерены только в лабораторных условиях и не затрагивают существующее законодательство о техосмотре.

Но если количество впрыскиваемого топлива очень велико, двигатель начинает дымить (выделение углерода). В целом в этом дыму объем вредных выбросов меньше по всем веществам, за исключением NO_x.

ЧТО ОЗНАЧАЮТ ПОНЯТИЯ МОЩНОСТИ (Л.С.) И КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА В РЕАЛЬНОМ ВЫРАЖЕНИИ?

МОЩНОСТЬ (Л.С.)

Этот термин был введен Джеймсом Уаттом, который в 18 веке изобрел новый тип парового двигателя. Уатт установил, что лошадь может выполнять за секунду определенное количество работы. Когда ученый продавал свои паровые двигатели, данные о количестве выполняемой лошадьми работы позволили ему оценить паровой двигатель с точки зрения количества лошадей, им заменяемых. Так, шестисильный двигатель был бы способен заменить шесть лошадей. Эффективная мощность (в английской аббревиатуре – BHP, Brake horsepower) – термин, который широко использовался до 1970-х годов в США и до сих пор распространен в Великобритании. Термин связан с тормозным стендом – устройством, используемым для определения реальной мощности двигателя.

Использование понятия «эффективная мощность» дает более правдивую информацию о потенциале двигателя, чем в случае с понятиями индикаторной или прогнозируемой мощности.

Однако мы не можем точно сказать, на каком именно узле автомобиля фиксируется эффективная мощность: речь может идти о маховике, трансмиссии или ведущих колесах. Средние потери мощности в автомобиле на пути между маховиком и колесами составляют 15-20%.

Обычно в случае, когда мы говорим о 100 л.с. мощности автомобиля, это подразумевает, что двигатель может развивать 100 л.с. на коленчатом валу. Если бы мы измерили мощность на колесах, она бы составила около 75 л.с. Таким образом, обычный автомобиль теряет приблизительно 15-35% мощности между коленвалом и ведущими колесами.

1 л.с. = 0,736 киловатт (кВт). Это позволяет подсчитать, что развиваемые двигателем 100 л.с. будут равняться 73,7 киловатт = 73700 ватт энергии с коленчатого вала. Иными словами, это сопоставимо с суммарной мощностью 37 двухтысячечваттных подогревателей.

Крутящий момент

Под этим словосочетанием понимается сила, которая стремится повернуть что-либо. Мы производим крутящий момент всякий раз, когда работаем гаечным ключом. Затягивание колесных гаек на автомобиле тому хороший пример. Оперирова гаечным ключом, вы прикладываете усилия к рукоятке. Эти усилия создают на колесной гайке крутящий момент, который стремится повернуть гайку. Британскими единицами измерения крутящего момента являются фунт-сила-дюйм (round-inches) или фунт-сила-фут (round-feet); соответствующей единицей в системе СИ является ньютон-метр.

Обратите внимание на то, что единицы измерения крутящего момента содержат в себе упоминание о расстоянии и о силе. Чтобы вычислить крутящий момент, умножьте силу на расстояние от центра. В случае с колесными гайками можно сказать так: если гаечный ключ имеет длину в 1 фут, а мы прикладываем к нему усилие в 200 фунтов, то в общей сложности мы производим 200 фунто-футов (round-feet) крутящего момента. Если же в нашем распоряжении ключ длиной 2 фута, то для получения аналогичного крутящего момента нам нужно приложить уже в два раза меньше усилий – 100 фунтов.

Автомобильные двигатели производят крутящий момент, который вращает коленвал. Этот крутящий момент создается таким же образом, как описано выше: сила прикладывается к расстоянию.

Сгорание топлива в цилиндре создает давление, толкающее поршень вниз. Сила передается от поршня шатуну, а затем – на коленчатый вал. Горизонтальное расстояние меняется, поскольку коленвал находится в состоянии вращения. А если учесть и тот факт, что крутящий момент равен силе, умноженной на расстояние, то получается, что крутящий момент также изменяется.

Вы могли бы задать вопрос: а почему только горизонтальное расстояние важно для определения крутящего момента двигателя? Когда поршень находится в верхнем положении, шатун указывает прямо в низ – в центр коленвала. В этом положении крутящий момент не создается: он возникает только тогда, когда сила действует на рычаг, причем в направлении, перпендикулярном рычагу. Если вам когда-либо приходилось откручивать сильно затянутые колесные гайки на автомобиле, то вы наверняка знаете, что нужно установить гаечный ключ на гайку горизонтально поверхности земли, а затем приложить усилия к краю ключа. Таким способом вы приложите всю массу собственного тела к расстоянию, равному длине гаечного ключа.

Если бы вы установили ключ рукояткой вверх, а затем встали бы на нее (предположим, что при этом вы сохраняете равновесие тела), у вас бы не

было никаких шансов открутить гайку. С такими же шансами на успех вы могли бы, например, встать непосредственно на гайку, прикрученную к колесу.

КАК ТЮНИНГ-МОДУЛЬ СОКРАЩАЕТ ПОТРЕБЛЕНИЕ ТОПЛИВА?

Работа тюнинг-модуля изменяет характеристики крутящего момента двигателя. Благодаря этому работа мотора становится существенно более эластичной – в процессе езды можно реже переключать передачи. Следовательно, двигателю становится легче работать. Сокращение расхода топлива может достигать 15%, если при этом стиль езды остается неизменным, а дополнительная мощность не используется.

А теперь о том, какую пользу это приносит...

Вы часто используете автомобиль для буксировки?

Работа тюнинг-модуля даст вашей машине больше крутящего момента (тяги).

В результате во время движения в гору вам не нужно будет переходить на одну-две передачи вниз, зато скорость, в том числе на завершающем этапе подъема, станет выше.

Вы любите спортивный стиль езды?

С тюнинг-модулем вы заметите более активное ускорение и/или возросшую максимальную скорость. Иначе говоря, вы в буквальном смысле «почувствуете разницу».

Вы проезжаете на дизельном автомобиле до 100 тысяч км в год?

Бывает, что работа или повседневные дела сопряжены с большими пробегами автомобиля, но ваш стиль езды остается неизменным, а от двигателя не требуется работа на полную мощность. С тюнинг-модулем вы наверняка заметите сокращение расхода топлива, вызванное более эффективным процессом его сгорания. В большинстве случаев можно экономить до 15% горючего, что делает тюнинг-модуль незаменимым помощником в корпоративных автопарках или для автовладельцев с большими пробегами. Тюнинг-модуль окупится очень быстро!