

# Редко, но метко, или Конструктивные дефекты в современных моторах



**АЛЕКСАНДР ХРУЛЕВ**,  
канд. техн. наук, директор  
фирмы «АБ-Инжиниринг»



**СЕРГЕЙ КОЗЫРЕВ**

**Причиной неисправности двигателя может стать что угодно: экстремальные условия эксплуатации, неправильное обслуживание мотора, бракованная деталь, в конце концов — обычный износ. Одним словом, случается всякое. Куда хуже, когда поломка возникает из-за дефекта в конструкции, который был заложен еще на стадии проектирования. Бывает подобное крайне редко, но все же встречается.**

Трудно поверить, что у серийно выпускаемого автомобиля, который расходуется по всему миру тиражом в сотни тысяч экземпляров, может быть конструктивный дефект.

Но если все же такое возможно? Ведь объявляют же производители об отзыве машин, и порой даже очень крупных партий. С другой стороны, зачастую причиной таких отзывов становятся не конструктивные дефекты, а так называемые технологические. В таком случае причина чаще всего заключается в ошибке при процессе механической обработки или сборки. Малейшее нарушение работы автоматической линии или робота на конвейере обычно приводит к таким последствиям. Но все же, может ли быть у машины конструктивный дефект? Теоретически — да. Но в таком случае возникает вопрос: если у каких-то моделей автомобилей

в конструкции он есть, то почему только некоторые из них ломаются, а не все подряд?

Вообще конструктивный дефект — вещь довольно редкая. Ведь прежде чем какая-то конкретная модель попадает на конвейер, она проходит ряд испытаний на надежность. Но порой даже целый комплекс таких «проверок на выносливость» не может воссоздать реальные условия эксплуатации. Причин множество: пробки, погодные условия, качество дорог не всегда поддаются полному анализу при доводке конструкции. И в конце концов, за рулем машин оказываются разные водители с абсолютно разной манерой и стилем вождения. Одни крутят мотор до отсечки, другие пролетают по трамвайным путям на бешеной скорости, а третьи, наоборот, уж слишком берегут свои автомобили. Поэтому редко, но все же такое

случается, когда какие-то недостатки в конструкции машин не выявляются в ходе испытаний, но дают о себе знать при эксплуатации. Другое дело, что понять истинную причину их появления довольно непросто. Ведь если конкретная модель имеет некий изъян, то сложно определить, вызвана она ошибкой при проектировании конструкции, или ошибка допущена во время конкретной технологической операции.

Когда налицо признаки и технологического, и конструктивного брака, оба этих фактора накладываются друг на друга, и отделить одно от другого трудно. Такие поломки относят к так называемым конструктивно-производственным. Впрочем, чтобы было понятнее, лучше рассмотреть пример из жизни.

## Заправились не тем!

Подобная неисправность была найдена у одного массового и бюджетного седана известного мирового производителя. У определенной части владельцев таких машин иногда возникали проблемы при запуске холодного мотора. Несмотря на то что есть ГОСТ, по которому запуск с третьей попытки считается в пределах нормы, в случае с нашей моделью некоторым водителям удавалось это сделать лишь с пятого, а то и с шестого раза. И не только в мороз. При этом приходилось, как говорится, «прокачивать» педаль газа, что по отношению к современному автомобилю, оснащенному электронными системами управления, кроме как нонсенсом не назовешь.

Один из таких владельцев, естественно, пожаловался дилеру. Где сразу же получил



С одной стороны клапан холостого хода был покрыт толстым слоем нагара, а с другой блестел как после свежей обработки

тривиальный ответ: «мол, а чего вы хотите? Топливо-то некачественное заливаете».

Но неужто все седаны с такой проблемой заправлялись некачественным топливом? Да и мотор у автомобиля был абсолютно исправен, а сложности с пуском у него возникали лишь в определенные моменты. Поэтому решил наш герой идти до конца и обратился в суд с иском о замене автомобиля — на том основании, что дефект неустранимый и не позволяет нормальную эксплуатацию.

В итоге машина оказалась у экспертов, которые начали изучать двигатель и его состояние. Все же, на всякий случай, проверили топливо, но оно оказалось даже лучше того, что требуется по ГОСТу. Тогда решили проверить исправность форсунок, но следов нарушения их работы не нашли, не обнаружили также никаких следов смол или грязи. Для пущей убедительности проверили производительность форсунок на стенде — результат исследований подтвердил, что они в норме. Свечи зажигания также оказались исправны. А так как машина бодро ехала, никаких жалоб владельца на работу двигателя после его запуска не было, бензонасос и топливный фильтр даже проверять не стали — было ясно, что проблема наверняка не там.

## ■ Но неужто все седаны с такой проблемой заправлялись некачественным топливом?

### Воздух!

Как известно, для пуска двигателя необходимо подать в него воздух, добавить строго необходимое количество топлива и поджечь всю эту смесь искрой. Если с топливом и искрой все в порядке, то проблему надо искать в воздухе.

Действительно, неисправность, вызванная неправильной подачей воздуха, могла быть причиной затруднительного холодного пуска — за это отвечает так называемый клапан холостого хода. На современных машинах этот

клапан имеет специальный миниатюрный электродвигатель для привода запорной иглы, и его работа автоматизирована. При повороте ключа зажигания блок управления двигателем дает команду клапану, который перед запуском двигателя открывает в дроссельном узле специальный воздушный канал, по которому воздух проходит мимо закрытой дроссельной заслонки. Сечение, открываемое клапаном для прохода воздуха, строго регулируется блоком управления в зависимости от многих параметров, но прежде всего от температуры окружающей среды и температуры двигателя — достаточно небольшой ошибки, воздуха пойдет чуть больше или меньше, и двигатель не заведется. Дальше, при включении стартера, от блока управления идет команда на подачу топлива и зажигание. Но так как топливная аппаратура и зажигание в нашей машине были исправны, после такого простейшего анализа сомнений почти не осталось — проблема именно в подаче воздуха.

Ладно, открутили клапан холостого хода. Он вроде бы исправен, но смутил его вид. В месте

контакта иглы с корпусом наблюдалась странная картина — с одной стороны была потеря, а с другой — довольно толстый слой нагара. Чем это могло быть вызвано, и нет ли здесь связи с плохим запуском?

Чтобы ответить этот на вопрос, пришлось разбираться, как работает клапан. Собственно, на нашей машине, как и у всех современных автомобилей, работа клапана холостого хода осуществляется с помощью алгоритма, заложенного в систему управления двигателем.

При этом в алгоритме есть интересный нюанс. Обычно, когда глушится мотор, отключается зажигание и подача топлива, клапан не меняет положения и остается открытым. При последующем же включении зажигания клапану подается команда на закрытие (мало ли, в каком положении он остался при последнем отключении), и следом же идет команда на открытие клапана на определенную величину, зависящую от внешних условий, которые в данный момент требуются для нормального запуска двигателя.

Указанный алгоритм необходим для того, чтобы блок управления мог точно отсчитать подъем иглы клапана от закрытого положения строго на заданную величину, обеспечивающую точность дозирования воздуха, подаваемого в цилиндры в момент пуска. Но исследование документации на автомобиль показало, что на нашем автомобиле алгоритм работы клапана был слегка изменен. Вероятно, для облегчения запуска мотора и защиты окружающей среды разработчики-программисты решили добавить в него дополнительный пункт, согласно которому подача команды на закрытие клапана предусматривалась при отключении двигателя. Тогда при запуске достаточно только открыть клапан на заданную величину...

Логика разработчиков понятна — с одной стороны, при выключении двигателя его впускная система полностью разоборачивается с окружающей средой (экология же!), а с другой — время с момента включения зажигания до момента запуска сокращено вдвое. Ведь игле клапана при запуске нужно проделать только половину пути, поскольку другая половина (на закрытие) уже пройдена заранее при предшествующем выключении. Что тоже экология, без сомнения. Производителю надо всеми силами обеспечивать соответствие автомобиля самым строгим нормам токсичности, и здесь любые меры по уменьшению потерь топлива, будь то ограничение паров, испаряющихся через приоткрытый клапан из впускного коллектора, или сокращение количества оборотов и времени, необходимых для запуска, никогда не будут лишними. Однако именно к такому замечательному экологичному алгоритму у экспертов и возникла масса вопросов.

### В два клика...

Что же происходит с клапаном при работе по указанному алгоритму? Чтобы разобраться, вспомним кое-что из физики. Как известно, при работе двигателя все его детали нагреваются. А нагрев деталей всегда приводит к их термическому расширению, невидимому глазом, но



После того как узел промыли, на игле клапана стал ясно виден след от затертости





Форсунки на всякий случай проверили на стенде, но нареканий в их работе — не нашли



Свечи были исправны и имели хорошую искру

вполне конкретному, легко рассчитываемому и измеряемому.

При сопряжении деталей из разнородных металлов конструкторы вынуждены проявлять аккуратность — разница в термическом расширении двух контактирующих деталей может привести к значительному изменению зазоров в их сопряжении, что в зависимости от конкретной конструкции может вызвать как уменьшение, так и увеличение зазора при изменении температуры.

А что в нашем случае? Седло клапана, выполненное в алюминиевом корпусе, при работе двигателя нагревается и расширяется сильнее, чем стальная игла клапана. Кроме того, расстояние в корпусе от места крепления клапана до седла также увеличивается больше, чем расширяется стальная игла. Но это при нагреве. А при остывании выключенного двигателя все происходит наоборот — алюминиевый корпус сжимается сильнее, чем стальная игла.

Если клапан не закрыт, игла висит «в воздухе» и не касается седла — проблем нет, поскольку нет самого сопряжения деталей. Так сделано в традиционной конструкции, когда клапан при выключении двигателя не закрывается. То есть, охлаждай детали или нагревай их, ничего не изменится и на работу клапана не повлияет.

А теперь представим, что происходит в нашей машине, где клапан закрывается при выключении зажигания. Очевидно, чем ниже температура, тем сильнее сжимается седло, в котором сидит конус иглы. Помимо этого, сжимается весь корпус, еще крепче вдавливая иглу в седло. И чем ниже температура на улице, тем сильнее. В итоге игла имеет все шансы вообще заклинить в седле и не выйти при запуске. Тогда без «прокачки» газом двигатель не получит воздуха и не запустится.

Возможно, этот дефект все равно не появился бы, если бы не было еще нескольких неблагоприятных факторов. Во-первых, был использован клапан холостого хода стандартной конструкции. Когда-то ему сделали конус иглы определенного профиля — с малым углом при вершине. Пока клапан работал по стандартной программе, угол конуса не оказывал никакого влияния на работу. Как только программу изменили и иглу заставили охлаждаться в седле, малый угол конуса стал здорово содействовать заклиниванию.

Однако и это не все — на заклинивание иглы стала влиять точность изготовления деталей, которая раньше большой роли не играла.

■ **На новых партиях своих автомобилей производитель начал использовать программу с измененным алгоритмом управления клапаном холостого хода. А для уже выпущенных автомобилей рекомендовал перепрошивку**

Например, если бы игла клапана садилась ровно по центру седла, то никакого заклинивания, скорее всего, не произошло. Но игла и седло на нашей машине имели обычную для такого сопряжения несоосность — именно отсюда на игле возникли затертость с одной стороны и нагар с другой. При этом игла натерла и седло, расширив поверхность контакта и еще «улучшив» условия для заклинивания. Возможно, если бы допуски на изготовление деталей были жестче (например, не десятые доли миллиметра, а сотые), то неисправности не возникло бы. Ведь теоретически заклиниванию клапана холостого хода куда больше должны быть подвержены те машины, где несоосность иглы и седла, вполне допустимая при сборке, выше. Поэтому кроме очевидного конструктивного дефекта (измененная про-

грамма управления) здесь налицо и производственный, поскольку технология производства и сборки узла перестала соответствовать требованиям его конструкции. В самом деле, кто бы мог знать, что совсем небольшое изменение в программе работы клапана повлечет за собой столько проблем?

Обычно устранять конструктивно-производственные дефекты крайне сложно и вместе с тем очень дорого — это вполне очевидный повод для отзыва из эксплуатации с целью устранения недостатков. Однако выход из ситуации с клапаном холостого хода оказался довольно прост — достаточно лишь так называемой «перепрошивки» блока управления двигателем, что легко выполнить даже в условиях очередного технического обслуживания автомобиля.

Сказано — сделано: на новых партиях своих автомобилей производитель начал использовать программу с измененным алгоритмом управления клапаном холостого хода. А для уже выпущенных автомобилей рекомендовал перепрошивку. Что еще раз подтверждает, что случай наш был не единичный, и конструктивно-производственный дефект действительно имел место.

Ну а что наш герой, о котором мы рассказали выше? Потребовав заменить автомобиль на новый на том основании, что двигатель имеет неустранимый дефект, препятствующий нормальной эксплуатации, он проиграл, поскольку и дефект оказался устранимым, и эксплуатировалась машина непрерывно, лишь изредка напоминая о наличии дефекта запуском не с первой попытки. Однако имел все шансы выиграть — если бы эксперты подошли к делу поверхностно и не смогли найти дефект, а производитель не принял бы мер к его устранению. Но это была бы уже другая история... **АБС**