



## КОНСУЛЬТАТИВНОЕ МНЕНИЕ (РЕЦЕНЗИЯ) СПЕЦИАЛИСТОВ

**на экспертизы, выполненные экспертом О.И.О-м и экспертом А.А.Ш-м,  
на предмет полноты исследования, интерпретации результатов исследования  
и научно-технической обоснованности выводов рецензируемых экспертиз.**

07 мая 2008 г. в Бюро моторной экспертизы ООО "СМЦ "АБ-Инжиниринг" обратилась Л-ва Е.П. с просьбой провести исследование и дать заключение на предмет обоснованности экспертных заключений о состоянии двигателя 1ZZU8231 принадлежащего ей автомобиля Toyota Avensis VIN SB1BR56L80E1763, выполненных ранее экспертами О.И.О-м и А.А.Ш-м. В соответствии с этим обращением в ООО "СМЦ "АБ-Инжиниринг" был открыт заказ/наряд № 21т.

Исследование экспертных заключений по двигателю 1ZZU8231 автомобиля Toyota Avensis VIN SB1BR56L80E1763 и составление настоящего заключения (рецензии) проводили:

1. **Хрулев Александр Эдуардович** – специалист, начальник Бюро моторной экспертизы СМЦ "АБ-Инжиниринг", эксперт-автотехник 1-й категории, имеющий право на проведение автотехнических экспертных исследований (сертификат эксперта-автотехника № 001.00064.К1 от 04.07.2006 г.), образование высшее, кандидат технических наук, Генеральный директор ООО "СМЦ "АБ-Инжиниринг", стаж работы по специальности (ремонт, конструкция и эксплуатация двигателей внутреннего сгорания) – 22 года, из них экспертом-автотехником – 5 лет.
2. **Горелик Павел Соломонович** – специалист, эксперт-автотехник 2-й категории, имеющий право на проведение автотехнических экспертных исследований (сертификат эксперта-автотехника № 001.00163.К1 от 04.07.2006 г.), стаж работы по специальности (ремонт и эксплуатация двигателей внутреннего сгорания) – 16 лет, из них экспертом-автотехником – 2 года



## Объект исследования

Экспертные заключения о состоянии двигателя 1ZZU8231 автомобиля Toyota Avensis VIN SB1BR56L80E1763, выполненные ранее экспертами О.И.О-м и А.А.Ш-м, и другие документы, связанные с рассмотрением в суде иска Л-вой Е.П. к ООО "И-во".

Заказчик исследования – Л-ва Елена Петровна, заказ-наряд №21т.

## Вопросы, поставленные перед экспертами:

1. Проанализировать имеющиеся в материалах дела экспертные заключения.
2. На основании информации, содержащейся в заключениях экспертов, указать, имеются ли в проведенных экспертизах несоответствия и какие. Если такие несоответствия имеются, исследовать эти несоответствия, ответив на следующие вопросы:
  - 2.1. Имеет ли двигатель 1ZZU8231 автомобиля Toyota Avensis VIN SB1BR56L80E1763 какие-либо неисправности? Если неисправности имеются, то какие и в чем они выражаются?
  - 2.2. Что понимается под указанным экспертизой пофазным разрушением элементов и деталей двигателя под воздействием осмоленного топлива? Имеются ли в двигателе детали, которые подверглись разрушению?
  - 2.3. Каким образом топливо с повышенным содержанием смол могло повлиять на целостность деталей двигателя?
  - 2.4. Является ли нагар, имеющийся на клапанной и поршневой группе исследуемого двигателя автомобиля, нормой при обычной работе двигателя, либо его наличие является признаком неисправности? Правомерно ли считать наличие нагара на деталях их существенным изменением?
  - 2.5. Есть ли причинно-следственная связь между изменением цвета катализатора и топливом с повышенным содержанием смол? Могла ли быть установлена неисправность катализатора по цвету металла его корпуса?
  - 2.6. Имеется ли причинно-следственная связь между декларируемым автоцентром и подтвержденным экспертизами осмолением деталей, сопровождаемым залипанием клапанов, и реальным состоянием двигателя?



- 2.7. Является ли пониженная компрессия в цилиндрах следствием залипания клапанов под действием смол, или падение компрессии могло произойти вследствие других причин? Если такие причины имеются, то какие?
- 2.8. Существует ли причинно-следственная связь между разрядкой аккумулятора, частичной потерей компрессии в цилиндрах и нагарообразованием на клапанной и поршневой группе двигателя, или это независимые друг от друга процессы?
- 2.9. Может ли запуск двигателя буксировкой автомобиля при помощи троса вызвать неисправности двигателя? Если да, то почему, и каковы возможные последствия такого способа запуска для двигателя, какие детали могут быть повреждены и как могут проявляться эти неисправности при работе двигателя?
3. Дать оценку выводам экспертов, определить, являются ли выводы проведенных экспертиз обоснованными.
4. Дать оценку предложению автоцентра о проведении разборки двигателя при отсутствии у клиента жалоб на механическую работу двигателя, а лишь на основании информации о плохом запуске двигателя и результатов измерения компрессии в цилиндрах.

### **Задачи, поставленные перед экспертами:**

Провести необходимые исследования и ответить на поставленные вопросы.

### **Исходная информация**

Экспертам для изучения предоставлены материалы дела, включая экспертные заключения о состоянии двигателя 1ZZU8231 автомобиля Toyota Avensis VIN SB1BR56L80E1763, выполненные ранее экспертами О.И.О-м и А.А.Ш-м, и другие документы, связанные с рассмотрением в суде иска Л-вой Е.П. к ООО "И-во". Согласно информации, полученной от Л-вой Е.П., после приобретения автомобиля владельцем в автосалоне ООО "И-во" при пробеге около 650 км произошел разряд аккумулятора, в результате которого запуск двигателя стал невозможен. Прибывшие на место стоянки автомобиля представители ООО "И-во" определили, что разряд аккумулятора был предположительно связан с дефектом сигнализации, и произвели запуск двигателя буксировкой автомобиля. Далее при пробеге 1015 км автомобиль был предоставлен на



плановое техническое обслуживание в ООО "И-во", где было определено, что трудность запуска двигателя вызвана использованием некачественного топлива, после чего двигатель был разобран.

## Использованная литература

1. Хрулев А.Э. Ремонт двигателей зарубежных автомобилей. Изд-во "За Рулем", М.: 1998.- 480с.
2. Toyota Avensis. Руководство для владельца. Japan, Publication No.OM20A46R.
3. Самохин С. Практика диагностики. Тайна корейскоподданного. "Автомобиль и сервис", №05/2001.
4. Шишков И.Н., Белов В.Б. Авиационные горюче-смазочные материалы и специальные жидкости. – М.: Транспорт, 1979.- 247 с.
5. Итинская Н.И., Кузнецов Н.А. Топлива, масла и технические жидкости. Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 304 с.
6. Хрулев А. «Если измерить компрессию», "Автомобиль и сервис", №11/1998.
7. Хрулев А. «Почему неисправен клапан», "Автомобиль и сервис", №8/1999.
8. Хрулев А. «Мороз и солнце — день чудесный», "Автомобиль и сервис", №3/2000.
9. Хрулев А. «Если двигатель стучит», ч. 1, "Автомобиль и сервис", №8/2000.
10. Хрулев А. «Если двигатель стучит», ч. 2, "Автомобиль и сервис", №9/2000.
11. Хрулев А. «Если двигатель дымит», "Автомобиль и сервис", №5/1998.
12. Хрулев А. «Почему прогорел поршень», "Автомобиль и сервис", №10/2000.
13. Расход и потери масла. MSI Motor Service International GmbH, Neckarsulm, Германия, 2004.- 28с.
14. Piston Damage – Causes and Remedies. – MAHLE GmbH, Stuttgart, 1999.- 66с.
15. Повреждения поршней. Как выявить и устранить их. – MSI Motor Service International GmbH, Neckarsulm, 2004.-103 с.
16. От практики к практике. – MSI Motor Service International GmbH, Neckarsulm, 2002.-60 с.
17. Toyota Avensis. Модели с 2003 г. выпуска с бензиновыми двигателями 3ZZ-FE (1,6 л), 1ZZ-FE (1,8 л), 1AZ-FE(2,0л), 1AZ-FSE (2,0 л D-4), 2AZ-FSE (2,4 л D-4). Устройство, техническое обслуживание и ремонт. – М: Изд-во "Легион-Автодата", 2007.-520с.



18. Honda Civic. Руководство по эксплуатации. Honda Motor Co.Ltd, 2006.-476с.

Для ответа на вопросы, поставленные перед экспертами, было выполнено подробное изучение экспертных заключений, выполненные ранее экспертами О.И.О-м и А.А.Ш-м, **в соответствии с первым пунктом задания.**

**Для ответа на второй вопрос** эксперты обратили внимание на целый ряд несоответствий проведенных ранее экспертиз с имеющимися фактами, а также опытом эксплуатации и ремонта двигателей.

**По экспертному заключению О-ха О.И.** эксперты обнаружили следующие несоответствия, неточности и ошибки:

1. Эксперт указывает, что неисправность возникла на 1015 км. Фактически тем самым в экспертизе обосновывается версия эксперта о причине неисправности, связанной с некачественным топливом, которая была выявлена в ООО "И-во" непосредственно при проведении техобслуживания. Однако неисправность, а именно, затрудненный запуск двигателя, возникла раньше и при меньшем пробеге и могла быть связана с другими причинами, в том числе, с неисправностью в электросистеме автомобиля.
2. **Не указано, что конкретно в двигателе повреждено, деформировано** и т.д. Эксперт не поставил вопрос об этом, хотя это наиболее важный вопрос любого подобного исследования. Ответа на этот вопрос в заключении эксперта также не имеется.
3. Экспертом указано, что температура днища поршней в процессе работы бензинового двигателя достигает  $450-500^{\circ}\text{C}$ , в центре головок впускных клапанов –  $500^{\circ}\text{C}$ , выпускных клапанов –  $800-820^{\circ}\text{C}$ , что является 2-кратным запасом, необходимым для полного испарения всех фракций бензина. Однако эти данные соответствуют только длительной работе двигателя на режиме максимальной мощности (на спортивных соревнованиях или на испытательном стенде) и не отвечают реальным условиям эксплуатации автомобиля на режимах частичных нагрузок, где температуры деталей существенно ниже [1]. А при сравнительно низких температурах, обусловленных частичными нагрузками и невысокими



- оборотах коленчатого вала, повышенное нагарообразование на деталях происходит всегда и во всех двигателях независимо от применяемого топлива.
4. Эксперт утверждает, что смолы, оставшиеся на поверхности деталей после испарения бензина, вызывают зависание подвижных деталей и прихват. Как известно, прихват – это заклинивание клапанов в направляющих втулках. При этом поршень должен был ударить по заклиненным клапанам и деформировать их с образованием следов удара на поршне, а на заклиненной части стержня клапанов должен был остаться характерный след задира. Однако никаких следов и деформаций экспертиза не обнаружила.
  5. **Утверждение эксперта о залипании клапанов противоречит также данным по измерению компрессии двигателя в ООО "И-во", приводимому в материалах дела.** Если бы залипание имело место, то компрессия в данном цилиндре была бы близка к нулю, в то время как компрессия довольно сильно отличается от нуля (6-11 кг/см<sup>2</sup>).
  6. Эксперт указывает, что он выбивал клапаны из направляющих втулок во 2-м цилиндре с усилием. Однако в этом цилиндре была самая высокая компрессия 11 кг/см<sup>2</sup>, что принципиально не соответствует заклиниванию и повреждению клапанов, требующим выбивания их из направляющих втулок. Данный факт, вероятно, свидетельствует о том, что если такой дефект действительно имел место, он мог возникнуть не в эксплуатации и не при диагностике двигателя, а только в процессе его разборки и хранения деталей.
  7. Экспертом отмечено, что "кольца не прижимаются к стенкам, не обеспечивают компрессию в цилиндрах", однако нигде в заключении нет упоминаний о проверке подвижности поршневых колец, поскольку поршни просто не были демонтированы из блока цилиндров. Таким образом, **эксперт приводит непроверенное предположение о потере подвижности поршневых колец в качестве установленного факта, что является грубой ошибкой.**
  8. В экспертном заключении нет данных по месту отложения нагара на клапанах и в направляющих втулках и его количеству, хотя эксперт говорит о том, что на стержнях клапанов слой нагара увеличивался, что привело к его проникновению в зазор между клапаном и втулкой и зависанию клапанов. Однако нет никаких данных, достаточно ли слоя нагара, отложившегося на рабочих поверхностях



деталей, для их заклинивания. Кроме того, согласно приведенным экспертом результатам измерения диаметров клапанов и втулок, нагар или лаковые отложения никак не повлияли на размеры, т.е. **фактически нагар не отложился на рабочих частях стержней клапанов и втулок**. Тем самым, возникает вопрос, действительно ли на этих частях был нагар, представлял ли он "смолу", и как клапаны могли зависать и заклинивать, если они полностью сохранили свою геометрию?

9. В заключении эксперта не дается точное определение смол, не показано, отличается ли нагар, всегда образующийся на работающих деталях, от тех "осмолений", "смолянистых" и "лаковых" отложений, которые описывает эксперт.
10. Не исследован сам нагар – содержит ли он на самом деле так называемые "смолы" из топлива, о которых говорится в заключении, или это просто нагар, всегда образующийся при работе двигателя. При этом нагар может свидетельствовать не только о "смолах" в топливе, но и неправильной работе системы управления двигателем при падении напряжения (обогащение смеси), а также о поступлении масла в цилиндр при неправильной работе цилиндров (пропуски воспламенения и т.д.).
11. Эксперт построил свою версию на безальтернативной основе, но при этом не доказал, что нагар на деталях появился в результате применения топлива с повышенным содержанием смол и, что самое важное, на самом деле привел к зависанию и заклиниванию деталей и плохому запуску двигателя. В то же время существуют и другие причины плохого запуска и неустойчивой работы двигателя, которые не были рассмотрены и исследованы.
12. Указанные в экспертном заключении признаки неисправности: **частичная компрессия, затрудненный пуск, неустойчивая работа, – не являются признаком неисправности или выхода двигателя из строя, требующим его обязательной разборки и ремонта**. Кроме того, эти признаки экспертом не были связаны с конкретными дефектами деталей, поскольку такие дефекты не были обнаружены. **Таким образом, вопрос о том, какова была причина плохого запуска двигателя, остался невыясненным.**
13. В экспертном заключении безальтернативно обосновывается версия о появлении какой-то неисправности двигателя, вызвавшей плохой запуск и даже выходе



двигателя из строя вследствие использования топлива несоответствующего качества, хотя существуют и другие не менее вероятные причины, вызывающие затрудненный запуск и не связанные с неисправностями в механической части двигателя. При этом **конкретных неисправностей эксперту обнаружить не удалось, что фактически опровергает его мнение о наличии таких неисправностей в механической части двигателя и, тем более, их связи с некачественным топливом с повышенным содержанием смол.**

14. Не исследован вопрос о том, что содержание в топливе смол в 21 раз больше нормы действительно может вызвать какие-либо повреждения деталей, требующие для устранения неисправностей обязательной разборки двигателя. **Поскольку неисправности двигателя на самом деле не были найдены, то необходимость разборки двигателя экспертом не показана и не доказана.**
15. Непонятно также, на основании каких данных эксперт указал на необходимость разборки топливной системы – смола в топливе не является эпоксидной, и в указанных количествах не оставляет никаких следов на стенках элементов топливной системы, влияющих на ее работоспособность (за исключением форсунок). Таким образом, **рекомендация эксперта о ремонте топливной системы двигателя ошибочна.**
16. Эксперт подробно не исследовал массу вопросов, напрямую связанных с вероятными причинами и признаками возможных повреждений деталей двигателя, включая состояние деталей поршневой группы, клапанного механизма и его привода, а также не проанализировал всех обстоятельств дела и не связал их с признаками и вероятными причинами каких-либо конкретных неисправностей. **В результате заключение носит поверхностный характер и фактически не отвечает ни на один из поставленных вопросов.**

**По экспертному заключению А.А.Ш-ва** - эксперты обратили внимание на особенно многочисленные несоответствия, неточности и многократные грубые ошибки, содержащиеся практически на каждой странице заключения:

1. **Экспертом не поставлен конкретный вопрос о том, что же все-таки конкретно неисправно, имеет ли вообще двигатель неисправности, и какие это**



- неисправности? В соответствии с этим в экспертном заключении отсутствует и ответ на этот главный вопрос.
2. Экспертом указано, что в двигателе происходило **"пофазное разрушение"** элементов и деталей под воздействием "осмоленного" топлива. На самом деле, такого характера разрушения двигателя не существует. Кроме того, эксперт не смог найти деталей с признаками разрушения, поэтому его гипотеза о **"пофазном разрушении"** или любом другом виде разрушения не подтверждается конкретными фактами.
  3. Экспертом указана связь применения низкооктанового бензина с разрушением газораспределительного механизма, выхлопной системы и блока цилиндров. Однако экспертиза топлива установила, что бензин был высокооктановым (ОЧ=95). При этом низкооктановый бензин, напротив, непосредственно не вызывает разрушений выхлопной системы и блока цилиндров [1]. Исходя из текста заключения, следует отметить, что эксперт просто путает низкооктановый бензин с бензином, содержащим фактические смолы, и последствия применения этих бензинов. **В тексте заключения ошибочно указаны последствия применения низкооктанового бензина, а не бензина, содержащего избыточное количество фактических смол, причем это также сделано с явными ошибками.**
  4. Экспертом указано, что детали подверглись значительным изменениям. Однако **никаких изменений не установлено и фактически не обнаружено.** Все изменения деталей всегда заключены в отклонениях их размеров и формы, что объективно обнаруживается путем измерения специальными приборами. Таких измерений не проведено, и фактически никаких изменений не установлено. При этом указание эксперта на нагар, как на существенное изменение, не выдерживает критики, поскольку нагар на работающих деталях двигателя есть всегда, причем **толщина нагара у нормально работающего двигателя обычно существенно больше, чем показано на фотографиях.**
  5. В тексте заключения сказано, что в результате заклинивания во втулках произошло неизбежное зависание клапанов и соударение их с поршнем. Однако **нарушение геометрии клапанов не показано и не доказано, не указано также, сколько и каких клапанов деформировано, поскольку измерений геометрии клапанов не проводилось.** В данном случае налицо попытка эксперта выдать желаемое за



- действительное, обосновав свою собственную версию неподтвержденными данными.
6. Из фотографий не видно, где, в каком месте стержни клапанов заклинили во втулках. Напротив, видно, что **никакого заклинивания фактически не было**, поскольку стержень клапана в идеальном состоянии, и на рабочей поверхности стержня клапана на фото нет задигов и следов заедания стержня во втулке.
  7. **На фотографии экспертом неправильно показана рабочая зона стержня клапана** – там, где указано экспертом, находится обнижение стержня с меньшим диаметром, чем рабочая часть стержня, **там клапан во втулке не работает и не заливает**. Более того, обнижение специально выполняется производителем с целью осаждения туда нагара и предотвращения его попадания на рабочую часть стержня [1, 7]. Что, судя по фото, и происходило в действительности.
  8. Согласно фотографии, твердые и прочные отложения образовались в сечении стержня клапана, где находится край направляющей втулки при полностью закрытом клапане. Это норма, соответствующая нормальной работе механизма. Экспертом ошибочно указано на клапаны, якобы заблокированные смолами во втулке, однако рабочая часть стержня этих клапанов полностью чистая и следов заклинивания не имеет.
  9. Эксперт утверждает, что на стержне клапана имеются "твердые и прочные образования продуктов горения смол в топливе", однако **не приводит никаких доказательств, что это не обычный нагар от моторного масла, который всегда имеется на клапанах в указанном месте, а именно "продукты горения смол"**.
  10. Экспертом указано, что удар поршня по клапанам якобы произошел в 1-м цилиндре, и в этом же цилиндре якобы клапаны заклинили во втулках. Однако по данным ООО "И-во" в этом цилиндре была получена весьма высокая компрессия  $9,2 \text{ кг/см}^2$ , хотя при деформации и заклинивании клапанов компрессия в цилиндре должна быть близкой или равной нулю. Кроме того, если бы клапаны заклинили при работе двигателя, то их положение в головке блока соответствовало бы полному выдвигению стержней и сильной деформации тарелок, однако на фото видно, что тарелки не деформированы. **Налицо полное несоответствие между утверждениями эксперта и фактическими данными.**



11. Утверждение эксперта о зависании клапанов во втулках в других цилиндрах также полностью противоречит измерению компрессии – если бы зависание происходило, компрессия была бы близкой к нулю [1, 6], в то время как она была весьма высокой и составила по цилиндрам 9,2 - 11 - 6 - 7,5 кг/см<sup>2</sup>. Таким образом, **объяснение низкой компрессии зависанием клапанов не выдерживает критики и противоречит приводимым экспертом фактам.**
12. Эксперт указывает, что он продемонстрировал повреждения клапанов 1-го цилиндра владельцу автомобиля. Однако на фотографиях он нигде не показал ни одного "поврежденного" клапана. Более того, элементарная логика показывает, если такие повреждения клапанов действительно имели место, то они возникли не в эксплуатации автомобиля, и не при диагностике двигателя путем измерения компрессии, а позже, при обслуживании двигателя в ООО "И-во", в том числе, при разборке двигателя. Таким образом, **если повреждения клапанов имеют место в действительности, они не имеют прямого отношения к эксплуатации двигателя до разборки**, в том числе, к плохому запуску.
13. Утверждение эксперта Ш-ва А.А. о заклинивании и повреждении клапанов 1-го цилиндра **полностью противоречит** данным эксперта О-ха О.И., который не нашел никакого заклинивания клапанов в 1-м цилиндре, но нашел его во 2-м цилиндре. Таким образом, **остается неясным, в каких цилиндрах клапаны были заклинены, имелось ли такое заклинивание в действительности и когда оно появилось – во время разборки двигателя или при хранении его деталей?**
14. Утверждение эксперта Ш-ва А.А. о деформации и заклинивании каких-либо клапанов **полностью противоречат** данным экспертизы, ранее выполненной экспертом О-м О.И., который провел измерения диаметров стержней клапанов и отверстий направляющих втулок, установил соответствие размеров деталей заводским данным и не обнаружил каких-либо деформаций и заклиниваний.
15. На пояснениях к фотографиям эксперт указывает на места расположения клапанов и ошибочно утверждает, что их "все рабочие поверхности покрыты обильным слоем продуктов горения смоляных отложений". Напротив, в действительности на фотографиях **показаны нормальные и полностью исправные седла клапанов**, которые имеют ровные, чистые и гладкие рабочие фаски без каких-либо отложений



и дефектов. Это свидетельствует о хорошей герметичности клапанов и их нормальной работе.

16. Несмотря на продекларированные экспертом мощные приборы и диагностическое оборудование, приборы не были применены в работе, в результате **исследований нагара так и не проведено**. Что это за нагар, непонятно. Вероятно, отсутствие понимания эксперта в этом вопросе свидетельствует тот факт, что в тексте заключения эксперт называет нагар по-разному. Удалось насчитать по меньшей мере **13 различных названий одного и того же явления**, связанного с осаждением на поверхность деталей одного и того же вещества, причем по несколько разных названий даже на одной странице: – смоляные отложения, смола, засмоление, сгоревшая смола, смолообразный налет, продукты смоляного горения, смоляные включения, продукты горения смоляных отложений, продукты сгорания смоляных включений в топливе, твердые высокотемпературные образования, твердые образования, продукты сгорания смол в топливе, твердый слой кокса, коксовые отложения, коксовые смолообразования. Кроме того, экспертом в тексте заключения множество раз употреблены слова "смола", "смолообразный", "осмоленный" и "смоляной", однако не сделано ни одного определения, что в действительности эксперт подразумевает под этими словами. Фактически данный пример показывает, что, по всей видимости, **эксперт не владеет терминологией процессов, которые он описывает в своем заключении**.
17. Экспертом указано, что "осмоление топлива" привело к появлению коксовых отложений, которые явились причиной каких-то неисправностей. Однако внешний вид деталей хорошо соответствует работе с избытком топлива и/или поступлением масла в цилиндры. При этом нагар, образующийся на деталях любого двигателя, является нормой и также всегда является коксовыми отложениями. Кроме того, на фотографии видно, что нагар достаточно тонкий (повторяет мелкий рельеф поверхности днища поршня) и намного меньшей толщины, чем обычно имеет место при длительной и нормальной работе двигателей внутреннего сгорания, поскольку данный двигатель имел небольшой пробег. Таким образом, **экспертом не установлена и не доказана связь между нагарообразованием и топливом, содержащим повышенное количество фактических смол**.



18. Из текста заключения непонятно, почему нагар назван **"смолообразным налетом"**, **"смоляными включениями"** и т.д. На фото видно, что на поршне нагар твердый, т.к. он отслаивается. Это самый обыкновенный нагар – продукт термического разложения тяжелых фракций углеводородного топлива и масла, который всегда присутствует на работавших деталях двигателя [1, 14, 15, 16]. И отслаивание нагара со временем на разобранном двигателе в условиях колебания температуры и влажности – также нормальное явление. Свойства нагара ("смолообразный" или какой-либо другой) могут быть определены только исследованием его химического состава, но этих исследований не проведено. Таким образом, необходимо отметить предвзятость эксперта, пытающегося на словах доказать неочевидный и непроверенный им факт, что нагар на деталях будто бы наделен специальными свойствами.
19. **Экспертом ошибочно указано, что на поршне 1-го цилиндра имеются следы от контакта с клапанами.** Судя по фотографии, эти следы не совпадают с тарелками клапанов – при ударе поршня по клапанам следы были бы в других местах [1, 7]. Факт соударения не может быть подтвержден подобным образом, а указанные следы на поршне могли образоваться только при разборке двигателя и демонтаже поршня или в результате соударения деталей при их хранении.
20. Анализ фотографии также показывает, что следы на поршне – это просто сколы нагара, а не забоины в материале. Это свидетельствует об **отсутствии удара поршня данного цилиндра по клапанам при работе двигателя**, поскольку удар, приводящий к деформации клапана, всегда вызывает деформацию металла поршня в месте соударения [1, 7].
21. Согласно изображениям на фотографиях, цвет нагара и его количество для всех цилиндров, поршней и клапанов примерно одинаков. Это свидетельствует о том, что все цилиндры работали примерно одинаково, что также подтверждает **отсутствие деформированных клапанов в эксплуатации и при поступлении автомобиля на техобслуживание в ООО "И-во"**.
22. Указанное в заключении изменение цвета корпуса катализатора объяснено экспертом догоранием некачественного топлива. Однако на фотографии показано на **зоны цветов побежалости от сварки корпуса катализатора при его изготовлении, а не от догорания топлива.** Таким образом, эксперт не установил



- прямой связи между содержанием смол в бензине и состоянием катализатора. Тем более, состояние катализатора могло быть объективно проверено только путем его разрушения (разрезания), а эта работа экспертом не проводилась.
23. **Экспертом не проводилась оценка технического состояния деталей привода газораспределительного механизма (ГРМ) – цепи и натяжителя, хотя эти детали могли быть повреждены при запуске двигателя автомобиля с троса.**
  24. В экспертном заключении Ш-ва А.А. **абсолютно неверно описано влияние запуска с троса на работу механической части двигателя.** Налицо полное отсутствие понимания экспертом Ш-вым А.А. процессов, происходящих в двигателе, или намеренное искажение реальной картины. Напротив, повреждения двигателя при запуске буксировкой очень вероятны [8]. Запуск с троса после длительной прокрутки двигателя стартером может сопровождаться стравливанием масла из гидронатяжителя цепи, при пусковом рывке возможно его повреждение, что вызовет провисание цепи, ударные нагрузки в механизме привода распределительных валов. Кроме того, при наличии у распредвала фазовращателя системы VVT двигателя возможен дополнительный доворот распредвала относительно коленвала, что может с высокой вероятностью привести к поломке механизма VVT и встрече клапанов с поршнями.
  25. **Экспертом не проверялось, могли ли достать впускные клапаны до поршня,** если в момент рывка при запуске с троса или сразу после него натяжитель был поврежден и сжат, натянулась свободная ветвь цепи, а фазовращатель системы VVT двигателя повернул впускной распредвал на опережение открытия впускных клапанов.
  26. **Экспертом не проведен осмотр системы вентиляции двигателя на предмет возможного поступления из нее во впускной тракт топлива с маслом.** Этот факт мог иметь решающее значение при установлении истинной причины образования нагара на впускных клапанах.
  27. **Экспертом ошибочно указано на нарушение подвижности поршневых колец от смол в топливе.** На фото видно, что верхнее кольцо, наоборот, имело подвижность перед демонтажем поршня из цилиндра, поскольку видны разведенные на нормальное расстояние края замка кольца. Таким образом, **вид поршневых колец на фотографии противоречит тексту заключения.** Кроме



того, залегание колец в канавках всегда приводит к ухудшению теплоотдачи от нагретого поршня через кольца в стенку цилиндра, что прямо ведет к чрезмерному расширению верхней части поршня с образованием задиров на его боковой поверхности вблизи днища и даже заклинивания поршня в цилиндре с образованием полированных участков и задиров на поверхности цилиндра [1, 14, 15, 16]. Поскольку таких следов не найдено, это еще раз подтверждает, что **указание эксперта о потере подвижности поршневых колец ошибочно.**

28. **Эксперт, несмотря на наличие мощных увеличительных приборов, никак не исследовал рабочую поверхность поршневых колец, якобы потерявших подвижность.** В то же время при залегании (заклинивании) колец в канавках поршня на участках рабочей поверхности колец, имевших контакт с цилиндром, образуются характерные задиры и следы перегрева [1, 14, 15, 16], что является следствием локально высоких удельных давлений кольца на поверхность цилиндра при его тепловом расширении вместе с поршнем. Данных, подтверждающих наличие таких задиров, экспертом также не обнаружено.
29. **Экспертом не исследовано состояние юбок поршней и не проведено элементарное измерение диаметров цилиндров и поршней,** хотя это могло иметь важное значение для понимания причины неисправности. Так, при наличии задиров на юбках можно утверждать, что были нарушены условия их смазки путем смывания масла топливом со стенок цилиндров [1, 14, 15, 16], что могло бы подтвердить, к примеру, переобогащение топливовоздушной смеси в тех или иных цилиндрах и/или пропуски воспламенения, а также указать на повреждения, возникшие при запуске с троса.
30. **Экспертом не исследовано влияние работы свечей зажигания на образование нагара** и наоборот. При запуске с обогащенной смесью пропуски воспламенения неизбежны, а свечи будут покрыты нагаром (нагар на свечах подтвержден в заключении эксперта О-ха О.И.). Если один цилиндр не работал (зависание клапанов), то свеча этого цилиндра будет иметь другой цвет (обычно влажный черный нагар), но экспертом этот факт не отмечен. Более того, в экспертном заключении О-ха О.И. приведена фотография свечей зажигания, где достаточно четко видно, что свечи зажигания имеют приблизительно одинаковое состояние.



- Это также подтверждает, что все цилиндры двигателя работали, и никакого залипания клапанов не происходило.
31. На фотографии не видно существенной разницы между нагарообразованием на распылителях форсунок. Это означает, что форсунки работали, а топливовоздушная смесь в цилиндрах воспламенялась приблизительно одинаково, вызывая нагрев форсунок и отложения на них. Таким образом, **утверждение эксперта о заклинивании клапанов в каких-то цилиндрах противоречит внешнему виду форсунок.**
  32. **Экспертом не поставлен вопрос о количестве масла в двигателе** – возможно, уровень масла в картере был понижен или повышен. Если масло было на минимуме, то причина нагара, возможно, кроется в расходе масла, обусловленным начальным периодом эксплуатации двигателя и приработкой его деталей. Если уровень масла был повышен, то масло разжижалось не воспламенившимся топливом, что приводило к поступлению дополнительного топлива с маслом из системы вентиляции во впускной тракт. При этом пропуски воспламенения из-за переобогащения смеси приводят к понижению температуры впускных клапанов, испарению с их поверхности легких фракций топлива и осаждению тяжелых, в том числе, масла в виде нагара.
  33. **Экспертом не проверено состояние вкладышей шатунных подшипников**, хотя запуск с троса при необходимости длительной буксировки, а также возможное разжижение масла большим количеством топлива могли быть причиной повреждения вкладышей [8, 9, 10, 11].
  34. **Экспертом не исследовано вообще влияние неисправностей электросистемы на появление нагара.** Нагар мог появиться вследствие переобогащения смеси при очень низкой скорости вращения при запуске (разряженный аккумулятор), и не выгорать при движении на низких оборотах и нагрузках. Фото впускного клапана свидетельствует в 1-ю очередь об эксплуатации на пониженных режимах, когда нагар не выгорал полностью, а не о плохом топливе.
  35. **Экспертное заключение противоречит данным диагностики системы управления, в частности, отсутствию кодов неисправностей в памяти блока управления двигателем.** Если в результате зависания клапанов цилиндры не работали, в блоке управления должен быть записан код неисправности Misfire, что



означает пропуски воспламенения, а также другие коды, которые подтверждали бы плохую работу двигателя [1]. Но, согласно диагностике, проведенной в ООО "И-во", таких кодов не было, значит, двигатель работал нормально.

Общим для просмотренных экспертами материалов дела является то, что все проведенные ранее исследования и обсуждения сосредоточились исключительно на доказательствах каких-то повреждений двигателя в результате повышенного содержания смол в топливе, при этом **никаких фактических повреждений деталей и узлов двигателя выявлено не было, а влияния смол в топливе на механическую часть двигателя фактически не было установлено.**

## Исследовательская часть

Для ответа на вопрос 2.1 о том, имеет ли двигатель 1ZZU8231 автомобиля Toyota Avensis VIN SB1BR56L80E1763 какие-либо неисправности, необходимо отметить, что любая неисправность двигателя всегда выражается в той или иной деформации, износе или поломке отдельных деталей.

Известно, что при определенных условиях значительное превышение содержания фактических смол в топливе может приводить к зависанию (потерю подвижности) и заклиниванию впускных клапанов. Процесс зависания и заклинивания клапанов обусловлен отложением на тарелке клапана высокомолекулярных углеводородных соединений из топлива и масла, которые могут содержать в своем составе вязкие составляющие, препятствующие подвижности клапана во втулке [4, 5].

Поскольку при обычной эксплуатации двигателя на средних режимах впускные клапаны относительно холодные (температура тарелки в среднем около 250-300<sup>0</sup>С), тяжелые углеводороды не испаряются и не выгорают, а откладываются на тарелке и нижней части стержня клапана, расположенной ниже края направляющей втулки. При выходе двигателя на режим высокой мощности эти отложения постепенно выгорают вследствие более высокой температуры клапана, однако при небольших нагрузках и оборотах, характерных для начального периода эксплуатации нового двигателя (обкатка), количество таких отложений может быть весьма значительно.



Если зависание клапанов произошло, и клапан заклинил во втулке, данный цилиндр полностью выключается из работы вследствие отсутствия компрессии (давления смеси при сжатии ее поршнем). Кроме того, когда клапан теряет подвижность во втулке, и пружина не может преодолеть силы трения, обусловленные отложениями на рабочей части стержня, клапан не будет закрыт вовремя при подходе поршня к верхней мертвой точке, и произойдет удар поршня по не закрывшемуся клапану. При этом клапан будет деформирован, и при дальнейшей попытке запуска данный цилиндр работать не будет по причине отсутствия в нем компрессии.

Характерно, что заклинивание клапана всегда сопровождается его деформацией, поскольку сверху на клапан через толкатель нажимает кулачок распределительного вала, а снизу к тарелке клапана подходит поршень (рис.1). В нормально работающем двигателе открытие клапана распредвалом строго согласовано с положением поршня, однако заклинивание клапана ведет к рассогласованию его положения с поршнем и удару поршня по тарелке. Таким образом, заклинивание клапана в закрытом положении при отсутствии на нем деформации не может служить признаком заклинивания его при работе двигателя, и, вероятно, такое заклинивание, если оно действительно имело место, возникло уже после разборки двигателя в результате воздействия окружающей среды.

Как показывает практика, при зависании клапана, сопровождающимся заклиниванием его стержня в отверстии направляющей втулки, на рабочей поверхности стержня образуются характерные следы (задиры), свидетельствующие о таком заклиненном состоянии. По этим следам всегда можно определить, имело ли место заклинивание стержня во втулке.

Однако в своем заключении эксперт **О-х О.И. не обнаружил каких-либо дефектов деталей клапанного механизма**, более того, его измерения диаметра стержней клапанов и отверстий направляющих втулок показывают, что детали работоспособны и имеют нормальное состояние, соответствующее малому пробегу автомобиля. Не отмечена экспертом и деформация стержней, а также возможные места заклинивания во втулках.

Эксперт Ш-в А.А. также не нашел никаких следов заклинивания клапанов. Вместе с тем, эксперт ошибочно пытался обосновать версию заклинивания, указав обнижение стержня с осевшим в этом месте нагаром, как рабочую часть стержня, а также указал на некую деформацию клапанов в 1-м цилиндре, сославшись на очевидцев и якобы имеющиеся на поршне следы удара клапанов (не соответствующие возможным местам



контакта с тарелками клапанов). При этом он не провел никаких измерений, которые могли бы точно указать на такое заклинивание или деформацию. Представленные экспертом фотографии также свидетельствуют, что рабочая часть стержней клапанов чистая, без следов нагара и заклинивания.

Результаты измерения компрессии, выполненные в ООО "И-во", опровергают версию зависания и заклинивания, поскольку компрессия в данном цилиндре была достаточно высока ( $9,2 \text{ кг/см}^2$ ), а следы на поршне не совпадают по расположению с теми местами, куда могли ударить тарелки клапанов. Достаточно высока для деформированных клапанов и компрессия в других цилиндрах. В связи с этим **утверждение эксперта о деформации клапанов не соответствует действительности.**

Эксперт Ш-ов А.А. также указал на потерю подвижности поршневых колец в канавках поршня и даже привел фотографию поршня. Однако на фотографии видно, что верхнее поршневое кольцо имеет размер замка (расстояние между краями кольца), примерно соответствующий кольцу в свободном состоянии. Это означает, что при работе в двигателе кольцо было сжато, но разошлось (распрямялось) в свое свободное состояние при демонтаже поршня из цилиндра, т.е. фактически было подвижно в цилиндре. Как известно, эксперт проводил свои исследования через очень длительное время после остановки, и не исключено, разборки двигателя (**более чем через год** после эксперта О-ха О.И.). В таких случаях некоторые сопряженные детали, действительно, имеют свойство терять подвижность, однако это происходит не при работе двигателя, а при его хранении в частично или полностью разобранном состоянии, когда на детали оказывают влияние колебания температуры и влажности. Внешние условия на неработающих деталях при отсутствии подачи смазки в зону сопряжения вызывают коррозию рабочих поверхностей, а также набухание и отслоение нагара, что, как правило, и приводит к потере подвижности, но уже после демонтажа деталей из двигателя.

Помимо указанных признаков, при потере подвижности поршневых колец на цилиндрах остаются характерные следы в виде полировки поверхности (там, где заклиненное кольцо касалось цилиндра) и, напротив, чередующихся с темными участками, где контакта не было [1, 14, 15, 16]. Но эксперт Ш-в А.А. не отмечает каких-либо повреждений цилиндров, а эксперт О-х О.И. указывает, что все цилиндры двигателя находятся в хорошем состоянии. Поэтому **утверждение о потере подвижности**



**поршневых колец опровергается имеющимися фактами и не может быть признано достоверным.**

Никаких других неисправностей механической части двигателя, в том числе, износов, задиров и поломок каких-либо деталей, экспертами О-хом О.И. и Ш-вым А.А. не обнаружено.

Таким образом, на основании материалов заключений экспертиз О-ха О.И. и Ш-ова А.А., и сопоставления имеющихся данных с практикой эксплуатации и ремонта двигателей внутреннего сгорания, можно с большой вероятностью утверждать, что двигатель 1ZZU8231 автомобиля Toyota Avensis VIN SB1BR56L80E1763 не имеет каких-либо неисправностей деталей цилиндропоршневой группы и клапанного механизма.

Для ответа на вопрос 2.2, что понимается под указанным экспертизой "пофазным разрушением элементов и деталей двигателя под воздействием осмоленного топлива", необходимо прежде всего отметить, что пофазного разрушения в двигателях внутреннего сгорания не существует, и, вероятно, эксперт Ш-ов А.А. использует свою собственную, одному ему понятную терминологию, для обоснования собственной версии о якобы имевшей место неисправности двигателя. С другой стороны, если рассматривать любой факт разрушения какой-либо детали в двигателе, то следует отметить, что **любое разрушение всегда носит внезапный и мгновенный характер** [1].

Подробно исследовав детали двигателя, эксперт Ш-ов А.А. не смог указать не только их разрушений, но и обычных дефектов – задиров, износов или деформаций. При этом эксперт указал на якобы найденные и продемонстрированные владельцу заклиненные и деформированные клапаны 1-го цилиндра. Однако данное заявление эксперта входит в полное противоречие с результатами измерения компрессии двигателя перед разборкой, выполненной в ООО "И-во". Если клапаны, по утверждению эксперта, были деформированы и заклинены, то компрессия в данном цилиндре должна была быть равной нулю. Поскольку величина компрессии в данном цилиндре высока –  $9,2 \text{ кг/см}^2$ , то это означает, что клапана при измерении компрессии не имели повреждений, описываемых экспертом Ш-вым А.А.

Аналогично эксперт О-х О.И. нашел заклиненными клапаны во 2-м цилиндре, не увидев заклинивания в 1-м цилиндре. Однако во 2-м цилиндре компрессия была



максимальна –  $11 \text{ кг/см}^2$ , что в принципе невозможно для данного случая. Следовательно, возможны 2 варианта – клапаны были исправны, но повреждены при разборке двигателя, или эксперт допускает ошибку, намеренную или случайную, пытаясь обосновать свою версию и найти деформацию у исправных клапанов "на глазок" без помощи специальных измерительных приборов.

Не удалось экспертам О-ху О.И. и Ш-ву А.А. найти и дефекты деталей, которые всегда предшествуют их разрушению. Эксперты пытались связать нагар с якобы имевшим место заклиниванием клапанов во втулках, однако на фотографиях клапанов видно, что **рабочие части стержней клапанов имеют ровную чистую поверхность без нагара и каких-либо задиров и износов, появляющихся при заклинивании.**

Неудачной следует признать и попытку экспертов доказать потерю подвижности поршневых колец в канавках поршня (см. выше ответ на 2-й вопрос), хотя величина замка поршневого кольца указывает на обратное. При этом никаких других разрушений в механической части двигателя в экспертизах не выявлено и не показано.

Таким образом, из экспертных заключений **остается невыясненным, какой вид разрушения имел ввиду эксперт Ш-в А.А., называя его "пофазным разрушением двигателя под воздействием осмоленного топлива". Ни признаков разрушения, ни признаков каких-либо дефектов, предшествующих разрушению деталей, ни связи предполагаемых (но не найденных) дефектов с "осмоленным" топливом эксперты О-х О.И. и Ш-в А.А. фактически не обнаружили.**

**Ответы на вопрос 2.3 о том, каким образом топливо с повышенным содержанием смол могло повлиять на целостность деталей двигателя, а также на вопрос 2.6 о том, имеется ли причинно-следственная связь между декларируемым автоцентром и подтвержденным экспертизами осмолением деталей, сопровождаемым залипанием клапанов, и реальным состоянием двигателя, требует подробного рассмотрения специфических отложений, образующихся на деталях при наличии в бензине чрезмерно большого количества фактических смол.**

Известно [4,5], что интенсивность смоло- и нагарообразования зависит от качества используемого топлива и моторного масла. Например, чем тяжелее фракционный состав бензина, выше его плотность, больше содержание непредельных и ароматических углеводородов, тем выше склонность к смолообразованию. Основной показатель качества,



характеризующий склонность бензина к образованию отложений в двигателях, - содержание в нем смолистых веществ.

**Смолы** — это темно-коричневые жидкие или полужидкие вещества с плотностью около 1000 кг/м<sup>3</sup>, молекулярной массой 350...900, обладают сильной красящей способностью, легко растворимы во всех нефтепродуктах и органических растворителях (кроме ацетона и спирта). Смолистые и смолообразующие вещества всегда содержатся в бензине. Их количество зависит от технологии получения, способа очистки, длительности и условий хранения топлива.

Содержащиеся в бензине тяжелые молекулы углеводородов, входящие в состав смол, не могут испариться, они накапливаются на горячих стенках трубопроводов, забивают жиклеры. Значительное накопление смолистых веществ приводит к уменьшению проходных сечений различных участков топливopодающей аппаратуры, всасывающего коллектора там, где имеет место повышенная температура деталей. Все это снижает мощность и ухудшает экономичность двигателя.

В зоне высокой температуры (клапаны, днище поршня, камера сгорания, поршневые канавки) смолистые отложения постепенно уплотняются, частично выгорают, образуют хрупкие и твердые нагары, которые в основном состоят из углерода. При большом накоплении нагара в двигателе повышается износ, ухудшается процесс сгорания, увеличивается расход топлива.

**Смолы образуют липкие, вязкие осадки**, которые отлагаются на деталях, соприкасающихся с топливом и его парами, чем ухудшают, например, подачу топлива в цилиндры двигателя. **С увеличением содержания смол в топливе снижается его детонационная стойкость** и ухудшается испаряемость.

Кроме вязких осадков на деталях двигателя под действием температур могут образовываться нагар, лак и шлам.

**Лакообразование** на поверхности поршней наиболее интенсивно происходит при температурах выше 600°С, когда наряду с окислением, начинают значительно проявляться процессы термической деструкции углеводородов, крекинг и дегидрогенизация с частичной полимеризацией вновь полученных веществ. В состав лаковых отложений обычно входят карбены и карбоиды (40-80%), масла и нейтральные смолы (15-40%), асфальтены и органические кислоты (10-15%). Лаковые отложения способствуют перегреву поршня двигателя и накоплению нагара, скрепляя его с



металлической поверхностью. В лаках собираются интенсифицирующие износ частицы нагара, пыли, металла.

Количество лаковых отложений возрастает при увеличении времени работы двигателя и повышении температуры его деталей. Интенсивность образования лака зависит как от конструкционных особенностей и условий работы двигателя, так и от качества топлива и масла. Масло должно поддерживать смолистые вещества в дисперсной фазе и препятствовать отложению лаковых пленок на металлических поверхностях. Для придания маслу этих свойств в моторное масло добавляют специальное вещество - присадку. При удачном выборе присадки даже после длительной работы двигателя его детали остаются совершенно чистыми. Масло, содержащее такую присадку, не смывает лак с деталей, а предупреждает образование на них лака.

При относительно низких температурах (ниже 95°C) на поверхностях деталей ДВС образуются низкотемпературные отложения – кислые продукты окисления и осадки (липкие пластилинообразные вещества). Наиболее опасными низкотемпературными отложениями считаются сажа и шлам.

**Сажа** представляет собой углеводородные фрагменты, частично разложившихся водородных атомов. Они также содержат определенное количество кислорода и серы. Частицы сажи активно притягиваются друг к другу, образуя соединения, которые имеют мягкие и хлопьевидные текстуры.

**Низкотемпературный шлам** характерен для бензиновых двигателей. Он появляется при взаимодействии газов, содержащих остатки топлива и воды, с маслом. В непрогретом двигателе вода и топливо испаряются медленней, что способствует образованию эмульсии, которая в последствии и превращается в шлам, состоящий из 50-70% масла, 5-15% воды, остальное – продукты окисления масла и топлива. Образовавшийся шлам – мягкий, однако при нагреве (продолжительной поездке) он становится твердым и хрупким.

Образование низкотемпературного шлама и превращение его в нагар особенно интенсивно при пониженных температурах, когда водяной пар, содержащийся в картерных газах, конденсируется в картере и, смешиваясь с маслом, поступает из системы вентиляции двигателя во впускную систему.

Смоли, представляющие собой тяжелые фракции, всегда присутствуют в топливе в том или ином количестве, а масло в небольших количествах всегда поступает из системы



вентиляции (а при пониженных температурах и вода), из зазора между клапанами и направляющими втулками, а также через поршневые кольца в цилиндр и на впускные клапаны (при забросе газов из цилиндра во впускной канал в момент "перекрытия" клапанов в начале впуска). Поэтому нагар на деталях будет образовываться всегда, при этом, в 1-ю очередь, наиболее подвержены нагарообразованию тарелки впускных клапанов и днище поршня.

Поскольку двигатель работает в широком диапазоне режимов, даже при допустимом стандартами содержании смол в топливе и расходе масла нагарообразование существенно зависит от режима работы двигателя. Так, при работе на режимах, близких к максимальной мощности температура деталей высока, вследствие чего скорость образования отложений на поверхности будет низкой вследствие испарения и термического разложения тяжелых фракций. Так, к примеру, всегда происходит с выпускными клапанами – температура их тарелки всегда высока, и нагар здесь практически не образуется. Напротив, при работе на низких оборотах и нагрузках температура деталей сравнительно низкая, вследствие чего скорость образования нагара будет существенно выше. Особенно неблагоприятны в этом плане условия на тарелках впускных клапанов, поскольку впрыск топлива форсунками осуществляется на них, через зазор стержня во втулке сюда же поступает масло, а температура тарелок снижена за счет испарения на них топлива.

Допустимое содержание высокомолекулярных соединений в топливе, как и допустимое поступление масла, отражает определенное равновесное состояние нагара на деталях – на режимах наиболее часто используемых средних нагрузок и оборотов нагар образуется медленно, а его толщина практически не увеличивается, если содержание смол в топливе и расход масла через впускные клапаны и систему вентиляции не превышают определенной величины. В соответствии с этим, при повышении содержания смол и поступления масла равновесное состояние нагара будет смещаться в сторону более высоких режимов вместе с ростом температуры деталей. Фактически при работе двигателя на режимах максимальной мощности нагар, вызванный расходом масла и содержанием в топливе тяжелых фракций, не будет образовываться даже при существенном превышении рекомендованных норм.

Напротив, на режимах низких оборотов и нагрузок (а согласно материалам дела т.3, стр.68, именно такой режим и использовался при эксплуатации) образование нагара на



деталях происходит с определенной скоростью даже при допустимом содержании тяжелых фракций масла и топлива. При определенном сочетании расхода масла, концентрации тяжелых фракций в топливе и используемых длительное время пониженных режимов эксплуатации двигателя (без вывода двигателя на режимы максимальной мощности) слой нагара может стать значительным и повлиять на работу двигателя.

При повышенном нагарообразовании, связанном как с повышенным расходом масла через систему вентиляции и направляющие втулки клапанов, так и с большим содержанием тяжелых фракций в топливе, наиболее подвержены дефектам впускные клапаны, что связано с поступлением масла, в том числе, из системы вентиляции двигателя, и распыливанием топлива форсунками непосредственно на тарелки клапанов. Нагар, откладывающийся на тарелке и части стержня, может отколоться и попасть в зазор между клапаном и его седлом, что может привести к потере герметичности сопряжения, уменьшению компрессии и пропуски воспламенения топлива в цилиндре [3]. Нередко такое явление носит временный характер, и поскольку нагар не имеет большой твердости, герметичность сопряжения клапана с седлом восстанавливается. При этом детали не получают каких-либо повреждений.

Напротив, попадание масла и тяжелых фракций топлива в малый зазор между стержнем клапана и направляющей втулкой может привести к повышению вязкости этих фракций и образованию специфического вязкого и липкого нагара, который может вызвать ухудшение подвижности клапана во втулке и даже его заклинивание в нижней части стержня ближе к нижнему краю втулки. Однако наступление данного режима не связано однозначно с количеством тяжелых фракций, т.е. нельзя однозначно дать заключение, что, к примеру, превышение допустимого уровня в 2 или 5 раз будет для двигателя малозаметно, в то время как превышение в 10 или 20 раз будет обязательно иметь негативные последствия для двигателя.

Причина неоднозначности последствий заключена не только в характере используемых преимущественно режимов эксплуатации, но и в конструкции двигателя. Так, наиболее эффективным способом уменьшения склонности клапанов к заклиниванию во втулках является выполнение ступени на стержне клапана [1, 7], точно расположенной у нижнего края направляющей втулки (при этом клапан находится в закрытом положении). Такая конфигурация впускного клапана (рис.2а) обычно представляет собой



так называемое обнижение на стержне, то есть участок меньшего диаметра, нежели диаметр рабочей части стержня, сопряженной с отверстием во втулке, и именно такая конструкция выполнена компанией Toyota на двигателе 1ZZ (рис.2в).

При работе двигателя отложения, образующиеся на тарелке и стержне, при наличии ступени, расположенной у нижнего края направляющей втулки, не могут попасть в зазор между стержнем и отверстием. Ступень является своего рода барьером, с одной стороны, не пропускающим частицы нагара в сторону отверстия направляющей втулки, а с другой – позволяющая разорвать пленку топлива, попавшего на рабочую часть стержня при открытом клапане и беспрепятственно удалить ее со стержня. В результате обнижение на стержне допускает отложение в этом месте довольно большого слоя нагара без каких-либо отрицательных последствий для двигателя. При этом рабочая часть стержня остается чистой даже при существенных отложениях нагара на тарелке.

С другой стороны, если конструктивные меры не дали эффекта по причине значительного нагарообразования, и тяжелые фракции и нагар непрерывно попадают в зазор между стержнем и втулкой, возможно заклинивание стержня во втулке. Как показывает практика, такое заклинивание, как правило, сопровождается характерным износом в виде продольных рисок и задиров на рабочей части стержня и втулки [7]. Если заклинивание произошло, клапан не будет закрыт полностью, поскольку пружина клапана не сможет преодолеть значительные силы трения и прихват деталей друг к другу. В результате клапан не сядет на седло и не уплотнит его, а компрессия в цилиндре упадет до нуля, что вызовет отсутствие воспламенения и выключение данного цилиндра. При последующем приходе поршня в верхнюю мертвую точку (ВМТ) произойдет удар поршня по незакрытому клапану и его деформация. На поршне и тарелках клапанов останутся характерные следы соударения с деформацией металла, а стержень клапана будет дополнительно деформирован в зоне обнижения, что может быть измерено с помощью специальных измерительных приборов. Двигатель начнет при этом работать с сильной вибрацией и характерным громким стуком с частотой, вдвое меньшей частоты вращения коленвала, связанным со значительным увеличением зазоров в механизме привода поврежденных клапанов, а детали привода получают характерные следы ударных нагрузок в местах сопряжения и соударения.

Поскольку цилиндр будет выключен из работы, а подача топлива продолжится, при дальнейшей работе двигателя детали (поршень и клапаны) будут охлаждаться, а нагар не



только не будет осаждаться на клапанах и днище поршня, но и частично начнет смываться с деталей поступающим топливом. Это приведет, с одной стороны, к изменению внешнего вида деталей данного цилиндра по сравнению с аналогичными деталями других, рабочих цилиндров. С другой стороны, несгоревшее топливо вызовет смывание масла со стенок цилиндра, нарушение уплотнительных свойств поршневых колец, ухудшение смазки юбки поршня с образованием на ней задиров, постепенное поступление топлива в масло, расположенное в поддоне картера, и его разжижение, сопровождаемое повышением уровня масла в картере. Кроме того, несгоревшее топливо на такте выпуска (при открытии выпускного клапана) будет поступать с воздухом в выхлопную систему и далее к катализатору, создавая идеальные условия в катализаторе для догорания избыточного количества топливоздушной смеси и перегрева выпускной системы, в первую очередь, катализатора с разрушением его керамических сот.

При описанной нештатной работе цилиндра система управления двигателем регистрирует пропуски воспламенения топлива в нерабочем цилиндре (код неисправности Misfire) и для предотвращения воспламенения в районе днища автомобиля от перегретых элементов катализатора и расположенных за ним выхлопных трубопроводов выключит форсунку данного цилиндра. При этом в память блока управления будет записан соответствующий код неисправности. Одновременно с этим негерметичность впускных клапанов вызовет падение разрежения во впускном коллекторе двигателя, регистрируемое датчиком давления, и в памяти блока управления может быть записан еще один код неисправности, связанный с некорректной работой датчика давления в коллекторе. Кроме того, поступление несгоревшей смеси в выхлопную систему приведет, с одной стороны, к сигналу датчика кислорода и переходу системы управления к максимальной подаче топлива (с целью скомпенсировать "бедную" смесь на выхлопе, содержащую избыток воздуха), а с другой – к росту температуры на выходе из нейтрализатора (катализатора) при догорании несгоревшей в цилиндре смеси, что также будет зафиксировано датчиком температуры и, соответственно, блоком управления.

Таким образом, заклиниванию (залипанию) клапанов вследствие попадания тяжелых фракций в зазор между стержнем клапана и втулкой соответствуют следующие главные признаки:

- 1) отсутствие компрессии в данном цилиндре,
- 2) сильный стук при работе двигателя,



- 3) падение мощности, вибрация, существенное возрастание расхода топлива,
- 4) чрезмерно большие зазоры в механизме привода поврежденных впускных клапанов,
- 5) существенная разница во внешнем виде клапанов и поршня данного цилиндра по сравнению с другими цилиндрами,
- 6) деформация клапанов,
- 7) наличие следов удара тарелки по днищу поршня,
- 8) отложения на рабочей поверхности стержней клапанов с четко выраженными свойствами – липкостью и высокой вязкостью,
- 9) задиры и прихваты непосредственно на рабочей части стержня клапанов,
- 10) следы ударных нагрузок в местах контакта деталей привода деформированных клапанов,
- 11) задиры на юбке поршня,
- 12) разжижение масла топливом и повышение уровня масла в картере,
- 13) код неисправности в блоке управления, соответствующий пропускам воспламенения,
- 14) код неисправности, соответствующий неправильной работе датчика давления во впускном коллекторе,
- 15) код неисправности, связанный с некорректной работой кислородного датчика,
- 16) код неисправности, соответствующий перегреву нейтрализатора (катализатора),
- 17) перегрев стенок катализатора в задней части его корпуса и выхлопных трубопроводов, расположенных за катализатором.

Необходимо также отметить, что работа двигателя в подобном состоянии не может быть долгой, и обычно при пробеге несколько десятков километров с момента заклинивания происходит разрушение деформированных клапанов или деталей их привода.

Как показывает практика [1, 7], масляный нагар не приводит к заклиниванию клапанов даже при очень сильных отложениях на тарелках и стержнях впускных клапанов. Вместе с тем, особенности нагарообразования, вызванные повышенным содержанием смол в топливе, практически идентичны по внешнему виду деталей



нагарообразованию от поступления моторного масла во впускной коллектор через систему вентиляции и/или зазор между стержнями клапанов и направляющими втулками, а также в цилиндр через поршневые кольца. Более того, с учетом малого пробега исследуемого двигателя поступление масла может быть весьма значительным в связи с приработкой сопряженных деталей и достигать, согласно технической документации большинства японских производителя, значения 1 л на 1000 км пробега и даже более [18]. Нетрудно посчитать, что **расход масла оказывается во много раз больше, чем смол, поступающих из топлива.** Кроме того, в начальный период эксплуатации поршневые кольца по причине недостаточной приработки могут давать повышенный прорыв газов в картер, что вызовет повышенное поступление картерных газов, содержащих воду и масло, во впускную систему двигателя.

Согласно материалам дела, в топливе обнаружено около 100 мг смолы на 100 мл топлива. Это означает, что в 1 л топлива содержится 1 г смол, а в 100 л, необходимых для пробега 1000 км – 100 мг, т.е. в 8-10 раз меньше, чем масла, которое могло поступить на те же детали и вызвать аналогичное нагарообразование на деталях.

Таким образом, нагарообразование от допустимого инструкцией по эксплуатации автомобиля расхода масла может быть в 8-10 раз больше, чем от многократного превышения содержания смол в топливе, указанных в материалах дела. Это означает, что **образование нагара на деталях в 8-10 раз более вероятно от поступления масла, нежели от смол, содержащихся в топливе. Этот факт требует специального исследования и фактического обоснования (путем проведения исследований нагара) того, что нагар (налет, отложения) на деталях, действительно, связан со смолами в топливе, а не с моторным маслом, представляющим собой те же самые тяжелые высокомолекулярные соединения, что и смолы в топливе.**

В материалах дела и проведенных экспертизах **не выявлено практически ни одного из 17-ти описанных выше признаков заклинивания (залипания) клапанов вследствие воздействия топлива**, содержащего чрезмерно большое количество тяжелых фракций. Нет фактического доказательства, что нагар на деталях связан именно со смолами в топливе, а не с расходом моторного масла. Не найдено не только признаков разрушения клапанов или других деталей, но и не обнаружены конкретные доказательства наличия хотя бы одного из представленных выше признаков заклинивания клапанов, что не позволяет связать плохой запуск двигателя с повышенным содержанием фактических



смола в топливе. Отсутствие указанных выше признаков означает, что, с одной стороны, реальное состояние деталей механической части двигателя не соответствует тому, которое было бы в случае действительного воздействия тяжелых фракций топлива, сопровождающегося залипанием клапанов, а с другой – причина плохого запуска двигателя, скорее всего, не связана с неисправностями механической части, возникшими вследствие повышенного содержания в топливе тяжелых фракций.

Таким образом, причинно-следственные связи между повышенным содержанием фактических смол в топливе, возможным воздействием этих смол на детали двигателя, при котором происходит затрудненный его запуск вследствие заклинивания (залипания) клапанов в направляющих втулках, и реальным состоянием деталей двигателя отсутствуют.

Для ответа на вопрос 2.4 о том, является ли нагар, имеющийся на клапанной и поршневой группе исследуемого двигателя автомобиля, нормой при обычной работе двигателя, либо его наличие является признаком неисправности, и правомерно ли считать наличие нагара на деталях их существенным изменением, необходимо отметить следующее.

Если рассматривать процесс нагарообразования на деталях двигателя вообще, то на нормально работающем двигателе нагар всегда образуется постепенно и именно на тех деталях, которые и указаны экспертом Ш-вым А.А. – на тарелках впускных клапанов и на днище поршней [1, 4, 5, 7, 11-16]. Образование нагара идет неравномерно, что связано с изменениями в режимах работы двигателя. Так, при малых оборотах и нагрузках вследствие невысоких рабочих температур деталей на их стенках всегда осаждаются тяжелые углеводороды, содержащиеся в том или ином количестве в топливе, а также масло, которое смазывает детали и неизбежно оказывается в тех или иных количествах в полостях впускного коллектора и цилиндров. Если двигатель эксплуатируется преимущественно на пониженных режимах, то нагарообразование происходит весьма интенсивно, и слой нагара со временем всегда увеличивается. Однако при периодическом выводе двигателя на режимы максимальной мощности нагар начинает выгорать и отслаиваться от поверхностей – происходит так называемое самоочищение деталей, и толщина слоя нагара уменьшается.

На скорость роста слоя нагара влияет масса факторов, включая упомянутые режимы эксплуатации, состояние сопряженных деталей, через которые во впускной коллектор и



цилиндры может поступать масло, температура наружного воздуха, неисправности в системе управления и других системах двигателя, вызывающие обогащение топливовоздушной смеси. При этом масло поступает через зазоры между стержнями клапанов и направляющими втулками во впускной коллектор и на тарелки впускных клапанов, а также через поршневые кольца в полость цилиндра.

Если при эксплуатации двигателя повышенные режимы не используются, что нередко соответствует начальному режиму эксплуатации – обкатке (а именно такой режим, согласно материалам дела, т.3, стр.68, и использовался при эксплуатации автомобиля), то вследствие недостаточной приработки деталей возможно повышенное поступление масла в цилиндры и впускной коллектор. Обычно японские производители допускают достаточно высокий уровень расхода масла в этот период – до 1 л масла на 1000 км и даже более [18]. Это достаточно большое количество масла, которое в виде нагара могло осесть на деталях и не сгореть полностью на пониженных режимах, характерных для обкатки двигателя. Как это показано в ответе на предыдущий вопрос, **нагарообразование от допустимого нормами расхода моторного масла в 8-10 раз выше, чем от смол даже в случае многократного превышения их содержания в топливе.**

**Таким образом, имеющийся на деталях нагар связан, главным образом, с расходом масла, а не с повышенным содержанием смол в топливе, а смолы в топливе никак не связаны с нагаром.**

Масло, представляющее собой те же самые высокомолекулярные тяжелые углеводороды, аналогичные присутствующим в бензине фактическим смолам, осаждается на нагретых поверхностях деталей, однако из-за недостаточно высокой температуры не происходит не только выгорания этих веществ, но и полное превращение их в сухой твердый нагар (кокс). В результате нагар на деталях получается довольно мягким, сравнительно тонким, с блестящей поверхностью, на которой находятся вещества, не имевшие для выгорания достаточно сильного термического воздействия.

Как правило, такой нагар не представляет опасности для двигателя по причине низкой твердости и небольшой толщины, и не оказывает никаких отрицательных действий на параметры двигателя. Напротив, при значительном слое нагара, соответствующем длительной эксплуатации двигателя на пониженных режимах, когда на тарелках впускных клапанов нагар имеет толщину 3-5 мм и более, происходит потеря



мощности вследствие уменьшения проходного сечения впускных каналов. При этом оторвавшиеся частицы нагара могут попасть между клапаном и седлом, что обычно вызывает кратковременную неустойчивую работу данного цилиндра. Кроме того, повышенное нагарообразование на днище поршня может вызвать уменьшение объема камеры сгорания и повышение степени сжатия, а также ухудшение процесса сгорания и некоторое падение мощностных характеристик двигателя. Помимо этого, нагар откладывается и на боковой стороне верхней части поршня, что при значительной его толщине может препятствовать температурному расширению поршня и вызвать повреждение (задиры) на поверхности цилиндров. Однако на фотографиях видно, что исследуемый двигатель не имел нагара такой значительной толщины, и никаких повреждений цилиндров не найдено.

Аналогично обстоит дело и с потерей подвижности поршневых колец в результате, якобы найденной экспертом Ш-вым А.А. Как известно, поршневые кольца не только уплотняют полость цилиндра, но и, главным образом, служат для передачи тепла от поршня, нагретого горячими газами, в более холодную стенку цилиндра, охлаждаемую жидкостью (рис.3). Очевидно, при залегании колец температура поршня резко возрастает, что приводит к задирам на поршне и цилиндре и даже к заклиниванию поршня. Однако **никаких следов задигов или заклинивания ни на поршнях, ни в цилиндрах не обнаружено, что фактически исключает наличие залегания поршневых колец на исследуемом двигателе в процессе его эксплуатации до разборки.**

Точно такой же эффект – перегрева клапана, будет наблюдаться при небольшой деформации тарелки и/или неполном прилегании клапана к седлу в результате некоего зависания (залипания). Как известно, плотность прилегания (герметичность) клапана одновременно обеспечивает хороший тепловой контакт тарелки с седлом [1]. Поскольку клапан сильно нагревается от горячих газов, хороший контакт является достаточным условием его работоспособности, в противном случае тарелка перегревается и прогорает с одновременным повреждением седла. Однако ни на одном седле нет следов перегрева, не указаны экспертами такие следы и на тарелках клапанов. Таким образом, **отсутствие перегрева на клапанах и седлах свидетельствует не только о герметичности клапанов, но и об отсутствии их зависания.**

Другими словами, если нагар вызвал бы дефект какой-либо детали, то этот дефект должен был обязательно выражаться в изменении формы, размера и/или шероховатости



рабочей поверхности детали. Фактически дефект должен был проявиться в материале самой детали, а не лежать на ее поверхности без какого-либо воздействия на материал данной детали или сопряженных с ней деталей.

Исходя из рассмотренного механизма нагарообразования, нагар на деталях, не зависимо от его природы, не приводит к разрушению двигателя. Речь может идти только о повреждениях и дефектах отдельных деталей. Однако таких дефектов у исследованного двигателя не обнаружено.

На практике известны многочисленные случаи, когда вследствие различных дефектов избыточное поступление масла, топлива или охлаждающей жидкости в цилиндр приводило к почти полному смыванию нагара с деталей [1, 14-16], в отличие от деталей тех цилиндров, где дефектов не обнаруживалось. Исследуемый двигатель, как это следует из материалов дела, имеет все признаки обычного нагарообразования, свойственного всем двигателям внутреннего сгорания, причем нагар присутствует приблизительно одинаково на деталях всех цилиндров и имеет весьма небольшую толщину, при которой он не мог вызвать какое-либо заметное негативное влияние на детали механической части.

Таким образом, **нагар на деталях клапанного механизма и поршневой группы является нормой для нормально работающего двигателя, и его наличие на деталях не может считаться признаком их существенного изменения. Напротив, отсутствие нагара на деталях является одним из признаков дефекта и ненормальной работы. Вследствие того, что допустимый расход моторного масла в двигателе в 8-10 раз выше количества смол, которые в случае многократного превышения норм могли поступить в двигатель за тот же период, наиболее вероятно, что нагарообразование на деталях исследуемого двигателя связано с моторным маслом, а не с повышенным содержанием смол в топливе.**

Для ответа на вопрос 2.5 о том, **есть ли причинно-следственная связь между изменением цвета катализатора и топливом с повышенным содержанием смол, и могла ли быть установлена неисправность катализатора по цвету металла его корпуса**, следует подробно рассмотреть процесс догорания топлива в катализаторе.

Как известно, главным назначением катализатора или, более правильно, **каталитического нейтрализатора**, является нейтрализация вредных веществ, содержащихся в выхлопных газах. Такими веществами являются в 1-ю очередь продукты



неполного сгорания топлива - углеводородные соединения типа  $C_mH_n$  и угарный газ  $CO$ , а также окислы азота  $NO_x$ [1].

Для нейтрализации углеводородов и угарного газа используется реакция окисления, т.е. фактически обеспечивается догорание указанных веществ в нейтрализаторе. Для окисления, очевидно, необходимо иметь небольшое количество кислорода воздуха в выхлопных газах, что обеспечивает система управления двигателем. Реакция окисления углеводородов и угарного газа, содержащихся в выхлопных газах, идет при высокой температуре (более  $400^0C$ ) и только в присутствии катализатора горения – соединения редкоземельных металлов (платина, палладия, родия), нанесенного в виде покрытия на стенки специальной керамической матрицы, выполненной в виде сот с продольными отверстиями и установленной внутри корпуса нейтрализатора.

Поскольку нейтрализаторы современных двигателей являются 3-компонентными, в нейтрализаторе осуществляется еще одна функция – восстановление азота  $N_2$  из окислов азота  $NO_x$ . Для реакции восстановления необходим угарный газ  $CO$ , который затем должен быть окислен в углекислый газ  $CO_2$ , поэтому конструктивно матрица имеет разные покрытия – одно в передней части для реакции восстановления, и другое в задней части для реакций окисления.

Конструктивно нейтрализатор представляет собой тонкостенный цилиндр из нержавеющей стали, в который установлена керамическая матрица. С двух сторон корпус закрыт торцевыми стенками, которые при производстве привариваются к корпусу. Поскольку корпус нейтрализатора при работе двигателя испытывает значительный нагрев (свыше  $700-800^0C$ ), все детали корпуса изготавливаются из нержавеющей стали. При сварке деталей из нержавеющей стали в зоне сварного шва возникают характерные "цвета побежалости", т.е. изменение цвета поверхности. Поскольку нержавеющая сталь не требует специальных защитных покрытий, корпус нейтрализатора не проходит дополнительной обработки, и цвета побежалости также присутствуют на поверхности готового изделия вблизи сварных швов

При нормальной работе двигателя температура газов на входе в нейтрализатор несколько ниже температуры выхлопных газов, выходящих из цилиндров, и составляет около  $700-900^0C$ . При прохождении через соты матрицы происходит дополнительный нагрев выхлопных газов за счет химических реакций окисления, и их температура возрастает на  $50-100^0C$  и более, в зависимости от режима работы двигателя. Характерно,



что в передней части матрицы реакция восстановления приводит к некоторому охлаждению газа и стенок, а их нагрев происходит, в основном, в задней части матрицы, где идут реакции окисления. В соответствии с этим изменяется и температура корпуса нейтрализатора – на входе она всегда ниже, чем на выходе.

В случае нарушения в работе одного из цилиндров и пропусков воспламенения топливовоздушная смесь из этого цилиндра на такте выпуска почти полностью вытесняется в выхлопную систему и далее попадает в нейтрализатор. В передней части нейтрализатора, очевидно, температура выхлопных газов, содержащих значительную долю несгоревшей топливовоздушной смеси, мало отличается от той, которая была при нормальной работе двигателя, поэтому передняя часть корпуса почти не будет нагрета. Однако по мере прохождения смеси по сотам происходит ее догорание в присутствии катализатора горения, сопровождающееся резким увеличением температуры газов (на 300-500<sup>0</sup>С и более) и, соответственно, стенок корпуса нейтрализатора. Нагрев идет, в основном, в задней части матрицы, где расположен катализатор, обеспечивающий реакции окисления.

Задняя часть корпуса, а также выхлопные трубопроводы, расположенные за катализатором, начинают нагреваться до состояния, характеризуемого ярко-красным или даже оранжевым свечением (900-1000<sup>0</sup>С и более). После остановки двигателя и охлаждения элементов выхлопной системы тот факт, что система испытывала перегрев, может быть легко диагностирован существенным отличием цвета передней (более светлой) и задней частей корпуса катализатора, включая выхлопной трубопровод, примыкающий к задней части.

Однако, даже если перегрев обнаружен подобным косвенным путем по изменению цвета корпуса, это еще не означает, что матрица катализатора точно повреждена – оплавлена или забита нагаром. Точно установить повреждение можно только осмотром керамической матрицы спереди и сзади на демонтированном нейтрализаторе. Однако, поскольку передняя и задняя части матрицы закрыты торцевыми стенками, и осмотр возможен только частичный, через трубопроводы, приваренные к стенкам, окончательный вывод о состоянии нейтрализатора может быть сделан только путем разрушения (разрезки) его корпуса.

Таким образом, **определение действительного состояния нейтрализатора по цвету его корпуса не является достоверным.** Изменение цвета корпуса должно



рассматриваться в комплексе с изменением цвета выхлопных труб, примыкающих к корпусу, а также в сравнении цветов передней и задней части корпуса. Согласно фотографии, приведенной в заключении эксперта Ш-ва А.А., разницы между цветом передней и задней части корпуса практически нет (рис.4), а "цветоизменением" названы цвета побежалости у сварных швов корпуса, неизбежно возникающие при изготовлении узла и одинаковые как с задней, так и с передней части корпуса. Это однозначно указывает на то, что **утверждение эксперта о выходе нейтрализатора из строя по причине его перегрева вследствие догорания "осмоленного топлива" ошибочно.** С другой стороны, отсутствие перегрева нейтрализатора свидетельствует и об отсутствии пропусков воспламенения в цилиндрах и поступления несгоревшей топливовоздушной смеси в выхлопную систему, в том числе и по причине залипания клапанов. Следовательно, **отсутствие перегрева нейтрализатора косвенно подтверждает, что двигатель до поступления автомобиля в ООО "И-во" работал всеми цилиндрами, и фактически не имел каких-либо неисправностей поршневой группы и клапанного механизма, а топливо с повышенным содержанием фактических смол не оказывало на нейтрализатор какого-либо разрушающего воздействия.**

**Ответ на вопрос 2.7 о том, является ли пониженная компрессия в цилиндрах следствием залипания клапанов под действием смол, или падение компрессии могло произойти вследствие других причин, необходимо рассмотреть подробно процесс сжатия топливовоздушной смеси в цилиндре.**

Компрессия в цилиндре, как известно, – это максимальное давление, создаваемое поршнем в цилиндре при прокрутке двигателя стартером [1, 6]. При движении поршня из нижней в верхнюю мертвую точку на такте сжатия происходит закрытие впускных клапанов (выпускные также закрыты). Движение поршня вверх вызывает уменьшение объема надпоршневой полости и, соответственно, повышение в ней давления. Чем выше давление, тем лучше должно быть уплотнение надпоршневой полости цилиндра, в противном случае возникнут утечки, которые будут снижать давление.

Компрессия, таким образом, является диагностическим параметром, позволяющим с той или иной степенью достоверности судить о состоянии деталей двигателя.

Утечки из надпоршневой полости могут быть обусловлены 3-мя причинами (рис.5):

- 1) негерметичностью прокладки головки блока цилиндров,



- 2) негерметичностью сопряжения тарелок клапанов с седлами,
- 3) негерметичностью сопряжения поршневых колец с цилиндром и поршневых колец с канавками на поршне.

Негерметичность прокладки – чрезвычайно редкий для новых двигателей дефект, который не требует рассмотрения и анализа для данного двигателя.

Герметичность сопряжения тарелок клапанов с седлами определяется плотностью прилегания рабочей фаски клапана к рабочей фаске седла и зависит, главным образом, от состояния рабочих фасок и отсутствия деформации стержня клапана.

Герметичность сопряжения колец с цилиндрами определяется состоянием поверхности цилиндра (отсутствием износа, рисок и задиров), геометрией цилиндра (отсутствием отклонений от цилиндричности), упругости колец и их подвижности в канавках поршня (что определяет усилие прижатия колец к цилиндру под действием собственных сил упругости), а также наличием некоторого количества масла на поверхности цилиндра. Масло вследствие своей вязкости обладает значительным уплотняющим эффектом, что особенно важно при сравнительно большой длине уплотняемой поверхности (окружность цилиндра) и небольшой упругости колец, имеющих малую толщину [6].

На уплотнительные свойства колец влияют также состояние канавок поршня и торцевых поверхностей колец (отсутствие износа).

Согласно предварительным данным, изложенным в экспертных заключениях, никаких дефектов или износов рабочей поверхности цилиндров и поршней нет. Кроме того, на деталях фактически не обнаружено каких-либо задиров и износов, поломок, потери подвижности, залипаний, зависаний и прочих аналогичных дефектов, поскольку все подобные отклонения, указанные экспертами в заключениях, оказались противоречащими имеющимся фактам, причем дважды, трижды и более раз. Эти данные позволяют сократить количество факторов, которые могли бы повлиять на величину компрессии исследуемого двигателя, до трех:

- 1) состояние рабочих поверхностей седел и фасок клапанов,
- 2) деформация стержней клапанов,
- 3) наличие масла на поверхности цилиндров.



Из указанных факторов состояние рабочих поверхностей фасок седел также не вызывает сомнения с точки зрения отсутствия дефектов (см. выше ответы на предыдущие вопросы), а деформация стержней клапанов, хотя и не была проверена экспертами, физически не могла иметь место по причине ненулевой компрессии в цилиндрах. Остается не вполне ясным вопрос о состоянии рабочих фасок всех клапанов вследствие отсутствия четких детальных фотографий в заключениях экспертов, однако, судя по хорошему состоянию сопряженных с клапанами рабочих фасок седел, можно с большой долей вероятности утверждать, что и рабочие фаски клапанов не имеют каких-либо дефектов.

Это означает, что согласно всем имеющимся данным **на величину компрессии исследуемого двигателя наибольшее влияние оказывает масло, покрывающее стенки цилиндров**. Этот вывод, странный на первый взгляд, на самом деле имеет ключевое значение для понимания происходящих процессов и подтверждается практикой диагностики и ремонта двигателей [1, 6].

Как показывает практика эксплуатации и ремонта огромного числа двигателей, при отсутствии каких-либо явных дефектов деталей цилиндропоршневой группы и клапанного механизма, действительно, наличие или отсутствие масла на поверхности цилиндров оказывает существенное влияние на результат измерения компрессии. Например, избыточное количество масла, поступающего в цилиндр через изношенные поршневые кольца или направляющие втулки клапанов, всегда вызывает увеличение компрессии на 1-2 кг/см<sup>2</sup> выше указанного в инструкции завода-изготовителя двигателя максимального значения. Наоборот, подача в цилиндры большого количества топлива всегда очень сильно снижает уплотнительные свойства поршневых колец и, соответственно, компрессию. Так, из практики известно [1, 6], что **если масло было полностью смыто бензином со стенок цилиндра, то даже у совершенно исправного двигателя компрессия падает вдвое и составляет 5-7 кг/см<sup>2</sup>**.

Таким образом, наибольшее влияние на величину компрессии оказывают условия смазки цилиндров маслом, которые во многом определяются количеством поступающего в цилиндры топлива.

Этот факт, а также известное из практики влияние на результат измерения таких факторов, как температура двигателя (и, соответственно, вязкость масла), скорость вращения коленчатого вала (зависящая от температуры, состояния аккумулятора и



стартера), длительность прокрутки коленчатого вала, наличие или отсутствие подачи топлива при измерениях, а также степень открытия дроссельной заслонки в процессе измерения, требуют очень аккуратного отношения к любым результатам измерения компрессии. Поскольку влияние одного или сразу нескольких факторов может быть весьма значительно, в практике ремонта двигателей **принято доверять только разнице в компрессии по цилиндрам** и весьма критически относиться к абсолютной величине измеренной компрессии [6].

С другой стороны, полученная в измерениях разница в величине компрессии по цилиндрам также не всегда указывает на наличие каких-либо неисправностей. Самое главное влияние на разницу компрессии по цилиндрам также оказывает топливо, если его подача, к примеру, не отключена во время измерений. В соответствии с этим в цилиндрах, которые подверглись проверке вначале, компрессия будет на 2-6 кг/см<sup>2</sup> выше, чем в тех, которые проверялись последними, поскольку к моменту проверки с их стенок масло будет полностью смыто. Кроме того, неисправности системы управления двигателем (или системы топливоподачи), при которых в отдельные цилиндры при работе двигателя поступало избыточное количество топлива, после остановки двигателя для измерения компрессии также приведут к разнице в количестве масла на стенках различных цилиндров и, соответственно, к существенной разнице компрессии по цилиндрам.

Все указанные особенности измерения компрессии как способа диагностики неисправностей механической части двигателя показывают, что данный способ не только не является полностью достоверным, но и, напротив, нередко дает неверные результаты, прямо противоположные действительным. Именно по этой причине на практике **измерение компрессии всегда применяют в комплексе с другими независимыми методами** диагностики – эндоскопическим обследованием полости цилиндра, измерением разрежения во впускном коллекторе, сравнительными результатами измерения компрессии при добавлении в цилиндр масла и проч. [3, 6].

Согласно материалам дела, в ООО "И-во" никаких других методов диагностики механической части двигателя, кроме измерения компрессии, не использовалось. Кроме того, по результатам измерения компрессии не было принято во внимание, что производительность форсунок существенно различается, что само по себе уже является серьезным фактором, значительно искажающим результаты измерения компрессии. Был также оставлен без внимания тот факт, что блок управления не зафиксировал, по меньшей



мере, 4 возможных кода неисправности – по пропускам воспламенения, по давлению на впуске, по кислородному датчику и по температуре на выходе из нейтрализатора. В итоге имеющееся в деле **утверждение ООО "И-во" о падении компрессии во всех цилиндрах не может быть принято в качестве признака неисправности механической части двигателя, поскольку:**

- 1) ни в одном из цилиндров не найдено значения компрессии, близкого к нулю,
- 2) минимальные значения компрессии ( $6 \text{ кг/см}^2$  и  $7,5 \text{ кг/см}^2$ ) в точности совпадает с уровнем, соответствующим большому количеству топлива в цилиндре,
- 3) не ясны и не указаны условия, при которых проводились измерения, в частности, были ли соблюдены условия отключения подачи топлива и открытия дроссельной заслонки, а также был ли должным образом заряжен аккумулятор, разрядившийся накануне вследствие неисправности в электросистеме автомобиля,
- 4) 2 из 4-х форсунок двигателя уже давали заведомо завышенную подачу топлива при работе двигателя перед проведением измерений,
- 5) в 2-х первых цилиндрах компрессия существенно выше, чем в 2-х последних, что косвенно указывает на сильное влияние разницы в количестве подаваемого топлива по цилиндрам согласно п.2, а также, возможно, связано с проведением измерений без отключения подачи топлива,
- 6) не использовано никаких независимых методов диагностики и найдено ни одного фактора, подтверждающих, что падение компрессии произошло вследствие неисправности именно механической части двигателя.

Таким образом, **результаты измерения компрессии в ООО "И-во" сами по себе, без применения дополнительных диагностических средств, не могут дать достоверных данных о состоянии двигателя и не могут быть приняты в качестве доказательства наличия каких-либо дефектов. Установленное измерениями падение компрессии, наиболее вероятно, связано не с наличием нагара на деталях и, тем более, не с дефектами этих деталей, а с избыточной подачей топлива в цилиндры и, возможно, существенной неравномерностью этой подачи, обусловленной разницей в количестве подаваемого топлива форсунками.**



Фактически это означает, что решение о разборке двигателя в связи с какими-то неисправностями его механической части, принятое ООО "И-во" исключительно по результатам измерения компрессии, является поспешным и ошибочным.

Для ответа на вопрос 2.8 о том, существует ли причинно-следственная связь между разрядкой аккумулятора, частичной потерей компрессии в цилиндрах и нагарообразованием на клапанной и поршневой группе двигателя, или это независимые друг от друга процессы, необходимо рассмотреть особенности процесса запуска двигателя при разряженном аккумуляторе.

Как известно, при разрядке аккумулятора падает ток в цепи питания стартера, что приводит к значительному уменьшению скорости вращения стартера и, соответственно, коленчатого вала двигателя. Чрезмерно медленное и неравномерное вращение коленчатого вала, очевидно, приводит к медленному поступательному движению поршней в цилиндрах. При такой низкой скорости поршня в цилиндре не возникает разрежения на такте впуска (или это разрежение мало), скорость движения воздуха во впускных каналах и на впускных клапанах также мала. В результате топливо, подаваемое форсунками во впускной канал и на тарелки впускных клапанов, не будет подхватываться потоком воздуха и практически полностью осядет на стенках. При этом, за счет низкой скорости воздушного потока у краев тарелок клапанов условия для дробления пленки топлива на мелкие капли (распыливание) будут нарушены, что в совокупности с низкой температурой деталей холодного двигателя приведет к попаданию в цилиндр крупных капель неиспаренного топлива. Такие капли сразу не вызовут образования топливовоздушной смеси, поскольку вначале попадают на стенки цилиндра и днище поршня, образуя пленку.

После прихода поршня в нижнюю мертвую точку (НМТ) и начала движения вверх поршень через незакрытые в течение некоторого времени впускные клапаны вытеснит из цилиндра заметную часть воздуха, поскольку: 1) воздух поступает в цилиндр с очень малой скоростью, и 2) топливовоздушная смесь еще не успела образоваться, поскольку топливо распределено по стенкам цилиндра и днищу поршня. В результате уменьшения количества воздуха произойдет дополнительное обогащение смеси в цилиндре – при неизменном количестве попавшего в цилиндр топлива количество воздуха станет меньше.

С другой стороны, при сжатии воздуха в цилиндре происходит его нагрев, что способствует быстрому испарению топлива и образованию топливовоздушной смеси.



Однако при чрезмерно медленном движении поршня воздух в цилиндре, нагреваясь при сжатии, будет интенсивно охлаждаться в результате сравнительно долгого контакта с холодными стенками цилиндра и поршня. Кроме того, большое количество топлива, попавшего на стенки цилиндра в виде крупных капель, смывает масло со стенок, что приведет к значительному ухудшению уплотнительных свойств поршневых колец и возрастанию утечек воздуха из цилиндра. В результате при приходе поршня в верхнюю мертвую точку (ВМТ) давление воздуха в цилиндре (компрессия) будет существенно снижено, как и температура воздуха в цилиндре, а топливо не сможет полностью испариться на стенках и образовать с воздухом необходимую для воспламенения топливовоздушную смесь.

Поскольку смесь вблизи свечи зажигания в описываемом процессе не будет иметь необходимого состава (соотношение топлива с воздухом 1:15), искровой разряд на свече зажигания не вызовет воспламенения в цилиндре. При дальнейшем движении поршня к НМТ, а затем к ВМТ на такте выпуска (с открытием выпускных клапанов) несгоревшая топливовоздушная смесь будет вытеснена в выхлопную систему. При этом велика вероятность, что на днище поршня останется значительное количество неиспаренного топлива, которое на следующем такте впуска приведет, с одной стороны, к еще большему обогащению смеси, а с другой – к повышенному нагарообразованию на днище поршня.

Чрезмерное обогащение смеси вызовет также попадание крупных капель топлива на свечу зажигания, при этом будет нарушено искрообразование между электродами свечи, поскольку жидкое топливо, осевшее на изоляторе свечи и имеющее хорошую электропроводность, замкнет электроды свечи.

В результате многократных попыток запуска на разряженном аккумуляторе большое количество топлива поступит не только в выхлопную систему, но и пройдет через поршневые кольца и попадет в масло. Масло будет разжижено топливом, его вязкость уменьшится [1].

При дальнейшем успешном запуске (после зарядки аккумулятора или, как в рассматриваемом случае, с троса) произойдет следующее. Часть топливной смеси, попавшей в выхлопную систему, будет вытеснена из нее в окружающую среду выхлопными газами в течение нескольких минут нормальной работы двигателя. Предположение о перегреве катализатора для такого процесса сомнительно, поскольку



для нормальной работы катализатора он должен нагреться до 400-500<sup>0</sup>С и выше, что потребует времени, за которое топливо испарится и выйдет из выхлопной системы [1].

Другое дело – топливо, попавшее в масло. При нагреве масла на работающем двигателе топливо начнет испаряться и выходить через патрубки системы вентиляции двигателя во впускную систему. Поток испаренного топлива, проходя через патрубки и каналы системы вентиляции, неминуемо будет захватывать и капельки масла. В результате этого двигатель некоторое время (до 1 часа) может работать на переобогащенной смеси с подачей жидкого топлива форсунками и испаренного топлива из масла в картере, а также дополнительного поступления масла из картера через систему вентиляции во впускную систему, на клапаны и в цилиндры.

При большом количестве топлива в масле пределов коррекции подачи топлива, осуществляемой системой управления двигателем по сигналу датчика кислорода в выхлопных газах, может не хватить, и переобогащение смеси будет сопровождаться быстрым образованием нагара на деталях. Кроме того, дополнительно нагар будет образовываться вследствие поступления капелек масла из системы вентиляции. Поскольку двигатель эксплуатируется на пониженных режимах, осевший нагар не выгорит, а будет присутствовать на деталях длительное время. Что и наблюдается на фотографиях деталей, а также на свечах зажигания.

Таким образом, **разрядка аккумулятора и чрезмерно медленное вращение коленчатого вала при затрудненном запуске двигателя неминуемо вызывают переобогащение топливовоздушной смеси с частичной потерей компрессии в цилиндрах и повышенным нагарообразованием на деталях клапанного механизма и поршневой группы двигателя.** Исходя из этого, а также из данных, приведенных в ответе на вопрос 2.4 о причинах нагарообразования, преимущественно связанных с поступлением масла, можно утверждать, что именно **неоднократные и продолжительные по времени запуски с разряженным аккумулятором, сопровождаемые увеличенным поступлением масла, а не повышенное содержание смол в топливе, вероятно, являются для исследуемого двигателя одной из главных причин нагарообразования на деталях.**

**Ответ на вопрос 2.9 о том, может ли запуск двигателя буксировкой автомобиля при помощи троса вызвать неисправности двигателя, и если да, то почему, и**



**каковы возможные последствия такого способа запуска для двигателя, какие детали могут быть повреждены и как могут проявляться эти неисправности при работе двигателя,** требует детального анализа работы элементов привода газораспределительного механизма (ГРМ).

Эксперт О-х О.И. в своем заключении не исследовал этот вопрос вообще, а эксперт Ш-в А.А., ограничившись рассмотрением только передачи крутящего момента между коленчатым валом двигателя и колесами автомобиля, сделал совершенно ошибочный вывод о том, что запуск с троса (буксировкой) не влияет на состояние деталей двигателя. Однако особенностью двигателя Toyota 1ZZ является система изменения фаз VVT, предполагающая дополнительный поворот впускного распределительного вала относительно коленвала, а также длинная и тонкая зубчатая цепь привода с гидромеханическим натяжителем [17]. Именно эти особенности конструкции делают запуск с троса особенно опасным для двигателя данного типа.

**Главная особенность запуска двигателя путем буксировки автомобиля состоит в том, что коленчатый вал двигателя приводится во вращение сразу с высокой скоростью** (обычно 1500 об/мин и выше), в то время как привод от стартера обеспечивает вращение со скоростью во много раз меньше – 100-200 об/мин. Таким образом, в момент включения сцепления **при запуске с троса на коленчатом валу всегда возникает рывок**, отсутствующий при обычном запуске со стартера.

В момент рывка происходит резкое ударное натяжение цепи привода распределительных валов, которое может вызвать колебательный процесс натяжения-ослабления цепи с весьма высокой интенсивностью. Поскольку двигатель Toyota 1ZZ имеет длинную тонкую цепь, при рывке на участке натяжения вначале цепь будет упруго растянута (рис.6а). При этом противоположная ветвь цепи, на которой находится натяжитель цепи, получит дополнительную слабину, что может привести к дополнительному перемещению плунжера натяжителя под действием его пружины на натяжение цепи. Дополнительно сила растяжения цепи может быть еще больше, если в момент рывка произойдет воспламенение в одном из цилиндров, и коленвал получит дополнительный вращательный импульс.

Плунжер натяжителя цепи на двигателе данного типа имеет мелкие поперечные пазы [17], которые служат для фиксации плунжера от ослабления цепи при помощи фиксирующей собачки натяжителя. При дополнительном натяжении цепи весьма



вероятно, что плунжер будет перемещен пружиной и зафиксирован собачкой-фиксатором на следующем пазу. В результате цепь окажется чрезмерно натянутой, резко возрастет усилие на фиксатор, что может привести к срыву его из паза. При этом, поскольку перемещение плунжера будет быстрым, фиксатор проскочит и не попадет в соседний паз. Поскольку давление масла в начальный момент запуска еще не будет создано в полости плунжера натяжителя, плунжер в результате может быть отброшен усилием цепи в полностью сжатое или близкое к этому положение.

Такое ударное ослабление этой ветви цепи приведет к повороту распределительных валов относительно коленвала по часовой стрелке (если смотреть на двигатель со стороны механизма привода распредвалов), при этом будет ослаблена противоположная ветвь, а ветвь с натяжителем натянется при полностью сжатом натяжителе (рис.6с). Далее, в момент резкого натяжения этой ветви произойдет резкая остановка получивших дополнительный импульс вращения распредвалов, в результате которой возможен дополнительный поворот по инерции по часовой стрелке впускного распределительного вала в фазовращателе механизма VVT.

При положении поршня вблизи ВМТ перед началом впуска начинается открытие впускных клапанов, при этом клапаны открываются навстречу поршню, подходящему к верхней мертвой точке. Поскольку поворот распредвалов относительно коленвала при натяжении ветви цепи с полностью сжатым плунжером и дополнительный поворот впускного распредвала в фазовращателе происходят в одну и ту же сторону – по часовой стрелке, возникает так называемое опережение фаз впуска, когда открытие впускных клапанов происходит существенно раньше, чем это допускает конструкция механизма при нормальной его работе.

Такое нештатное сближение впускных клапанов с поршнем вблизи ВМТ может вызвать удар поршня по чрезмерно открывшимся клапанам, их повреждение (деформацию) и падение компрессии в данном цилиндре до нуля. Судя по имеющимся данным, такой деформации не было (компрессия не была нулевой ни в одном цилиндре), однако, **если в действительности деформация клапанов все-таки возникла, ее причина с большой вероятностью заключается именно в запуске с троса, а вовсе не в залипании клапанов во втулках из-за "осмоления" топлива.**

Кроме того, за счет срыва фиксатора из паза плунжера вероятно повреждение натяжителя, а ударные нагрузки в цепи могут привести к повреждению направляющей



цепи (успокоителя) и неравномерному растяжению цепи, что впоследствии может быть причиной повышенного шума и стуков механизма, а также поломки его деталей и преждевременного выхода двигателя из строя из-за обрыва цепи.

Следует отметить, что при значительном ослаблении цепи вследствие появления ударных нагрузок в механизме привода существует также опасность проскакивания цепи на ведущей звездочке коленчатого вала на несколько зубьев, что может вызвать падение мощности, возрастание расхода топлива и деформацию клапанов. Однако возможность такого проскакивания должна быть проверена непосредственно на двигателе.

При запуске с троса, как показывает практика, возможно возникновение дефектов еще одной группы деталей. Так, если перед запуском с троса двигатель был залит топливом из-за чрезмерно низкой скорости вращения коленвала стартером (см. ответ на вопрос 2.8), запуск двигателя произойдет не сразу, поскольку свечи зажигания не смогут сразу обеспечить воспламенение смеси. В этом случае чрезмерно быстрое вращение коленвала и поступательное движение поршней в цилиндрах в первый момент происходят без подачи необходимого количества масла, поскольку маслосос не может обеспечить мгновенное повышение давления в системе смазки.

Как показывает практика, наибольшую опасность подобный режим представляет для поршневой группы, особенно, в условиях пониженных температур и длительной буксировке автомобиля (как указано в материалах дела, **буксировка производилась на очень большое расстояние в 200-300 м**). Поскольку масло смыто со стенок цилиндров на предшествующих попытках запуска стартером, при запуске с троса и практически мгновенном выходе двигателя на чрезмерно высокие пусковые обороты поршни перемещаются в цилиндрах с высокой скоростью, но практически в условиях отсутствия подачи масла на стенки. Это может вызвать задиры на юбках поршней и на поверхности цилиндров, что впоследствии приведет к падению компрессии в цилиндрах и росту расхода масла [1, 9-11, 14-16].

Таким образом, **запуск двигателя буксировкой автомобиля при помощи троса с высокой вероятностью может вызвать целый ряд серьезных неисправностей двигателя, в том числе, дефекты деталей привода газораспределительного механизма и поршневой группы, последствиями чего могут быть повышенный шум, стуки, потеря компрессии, увеличение расхода масла, уменьшение срока службы двигателя и преждевременный выход его из строя.** Однако эксперты О-х О.И. и Ш-в



А.А. в проведенных ранее экспертизах никак не исследовали привод газораспределительного механизма и поршневую группу на предмет возможных повреждений деталей, связанных с запуском двигателя буксировкой автомобиля. Поэтому для окончательного ответа на вопрос, имеются ли какие-либо дефекты в механизме привода ГРМ и поршневой группе, требуется проведение дополнительных исследований.

Ответ на вопрос 3 об оценке выводов экспертов и определения, являются ли выводы проведенных экспертиз обоснованными, следует из ответов на все предыдущие вопросы.

На основании проведенного выше анализа материалов дела и процессов двигателя можно утверждать, что экспертное заключение эксперта О-ха О.И. является неполным и необоснованным, не содержит объективного исследования многих процессов, происходивших в двигателе, а обнаруженные несоответствия, неточности и ошибки со всей очевидностью указывают на ошибочность выводов эксперта.

Экспертное заключение Ш-ва А.А. составлено предельно тенденциозно, эксперт пытался безальтернативно доказать одну-единственную причину некоей "неисправности" двигателя, связанной с "осмолением" топлива, чтобы обосновать необходимость разборки и ремонта двигателя. В то же время причин затрудненного пуска двигателя и пониженной компрессии несколько, и они, в отличие от версии эксперта, имеют весьма высокую вероятность и, скорее всего, не связаны с топливом и вообще не требовали разборки двигателя. В результате версия эксперта об "осмоленном топливе" имеет массу противоречий, как с подавляющим большинством имеющихся фактов, так и с существующей практикой эксплуатации и ремонта двигателей внутреннего сгорания, что фактически делает эту версию недостоверной и ошибочной. Приняв эту версию, эксперт не смог точно установить и грамотно объяснить причину неисправности (плохой запуск), не нашел конкретных неисправностей и дефектов деталей, не исследовал многих факторов, влияющих на нагарообразование в двигателе, не установил связи фактических смол в топливе с плохим запуском двигателя, а также допустил массу грубых ошибок в описании и объяснении происходящих в двигателе процессов. На основании этого можно утверждать, что заключение эксперта Ш-ва А.А. является не только неполным, недостоверным и бездоказательным, но и ошибочным по своей сути.



Исходя из вышесказанного, заключения экспертов О-ха О.И. и Ш-ва А.А. вследствие необоснованности и ошибочности выводов не могут быть приняты во внимание при рассмотрении технической стороны дела.

Отвечая на вопрос 4 – дать оценку предложению автоцентра о проведении разборки двигателя при отсутствии у клиента жалоб на механическую работу двигателя, а лишь на основании информации о плохом запуске двигателя и результатов измерения компрессии в цилиндрах, необходимо отметить большое количество несоответствий, неточностей и откровенных ошибок, допущенных ООО "И-во" как в диагностировании неисправности двигателя, так и в обосновании необходимости проведения разборки и ремонта двигателя.

По материалам дела, рассмотрев их техническую сторону, эксперты обнаружили следующие несоответствия, неточности и грубые ошибки:

1. ООО "И-во" указывает, что "считывалась память неисправностей блока управления, и кодов неисправностей не обнаружено". В этом случае **ООО "И-во" фактически признает, что никакого залипания клапанов и никакой "потери" компрессии при работе двигателя не было.** Если компрессия в каких-то цилиндрах была бы сильно понижена, блок управления зафиксировал бы код Misfire – пропуски воспламенения, а также, вероятно, код неисправности датчика давления MAP во впускном коллекторе, т.к. разрежение в коллекторе будет значительно меньше, чем при исправных клапанах. Кроме того, при появлении пропусков воспламенения возможно появление и других кодов неисправности, в том числе, связанных с некорректной работой датчика кислорода в выхлопных газах, поскольку система управления не сможет скомпенсировать избыточный кислород воздуха увеличением подачи топлива, а также датчика температуры на выходе нейтрализатора (перегрев). Однако таких кодов также не выявлено. В таком случае возможны 2 варианта – **или никакой неисправности двигателя перед поступлением на техническое обслуживание в ООО "И-во" на самом деле не было, или диагностики системы управления не делалось.**
2. ООО "И-во" считает установленным залипание клапанов во втулках. Это **залипание в обязательном порядке приводит к удару поршня по клапанам и деформации клапанов.** Но деформация клапанов не указана и не найдено (т.к. она и не



измерялась), поскольку этот факт полностью противоречил бы результатам измерения компрессии. При залипании клапанов компрессия была бы близка или равна 0, а она, напротив, весьма высока - 0,92 кПа (9,2 кг/см<sup>2</sup>), 1,1 кПа (11 кг/см<sup>2</sup>), 0,6 кПа (6 кг/см<sup>2</sup>), 0,75 кПа (7,5 кг/см<sup>2</sup>).

Таким образом, в предоставленных ООО "И-во" данных **отсутствует связь между декларируемым осмолением деталей с залипанием клапанов и реальным состоянием деталей двигателя** (отсутствует деформация клапанов и связанная с этим полная потеря компрессии).

3. **ООО "И-во" нигде не указывает, при каких условиях проводилось измерение компрессии** – был ли заряжен надлежащим образом разряженный накануне аккумулятор, что требует времени (несколько часов), была ли отключена подача топлива форсунками и была ли открыта полностью дроссельная заслонка. Эти вопросы имеют решающее значение: если хотя бы одно из перечисленных требований не было выполнено, то результаты измерений окажутся заниженными, особенно в последних цилиндрах (что и наблюдается в действительности), и фактически недостоверными.
4. **Отложения на внешней поверхности форсунок**, указанные в материалах дела, **не являются признаком неисправности механической части двигателя**. Устранение неисправности форсунок выполняется путем их снятия, очистки или замены. Это не требует разборки двигателя, которая была выполнена ООО "И-во".
5. Согласно материалам дела, форсунки №№ 3 и 4 давали заметно более высокий расход, и в этих же цилиндрах понижена компрессия – это полностью соответствует падению компрессии вследствие смывания масла топливом со стенок цилиндров. Однако в **ООО "И-во" не проведена оценка величины расхода (цикловой подачи) форсунок** и не выявлено, какие форсунки исправны, а какие – нет.
6. **Перед разборкой двигателя в ООО "И-во" не было проверено количество масла в двигателе**, и результаты проверки нигде не зафиксированы. Между тем, уровень масла является очень важным параметром, поскольку позволяет выяснить, был ли расход масла в двигателе, и связано ли нагарообразование на деталях с повышенным расходом масла и, возможно, **с заводским дефектом двигателя**. Напротив, повышенный уровень масла свидетельствовал бы о переобогащении



топливовоздушной смеси и поступлении топлива в масло, что позволило бы связать этот факт с пониженной компрессией в цилиндрах. Однако это не было сделано, и данные по уровню масла не были приняты во внимание.

7. Согласно практике эксплуатации и ремонта двигателей [1, 6] отдельно взятые результаты измерения компрессии без дополнительных исследований другими независимыми методами не могут служить основанием для каких-либо выводов о неисправностях механической части двигателя и, тем более, не могут являться основанием для разборки двигателя. В рассматриваемом случае дополнительные данные, в том числе, отсутствие кодов неисправностей в памяти блока управления и различия в подаче топлива форсунками, указывали на ошибочность предположений о самом наличии и возможном характере неисправностей механической части двигателя, однако эти данные не были приняты ООО "И-во" во внимание. В результате **разборка двигателя в ООО "И-во" была выполнена преждевременно и ошибочно, поскольку не удалось выявить никаких неисправностей механической части двигателя** даже с привлечением экспертов и путем выполнением 2-х экспертиз двигателя.

Таким образом, результаты диагностики, выполненной ООО "И-во" перед разборкой двигателя (1- наличие компрессии в цилиндрах и 2- отсутствие кодов неисправностей), и результаты экспертиз О-ха О.И. и Ш-ва А.А. (3- залипание клапанов вследствие их осмоления при 4- отсутствии деформации клапанов и других дефектов деталей) полностью противоречат друг другу как по отдельности, так и все вместе взятые. Таким образом, **есть все основания полагать, что при поступлении автомобиля на техническое обслуживание в ООО "И-во" двигатель не имел каких-либо неисправностей цилиндропоршневой группы и клапанного механизма, а его разборка выполнена необоснованно и преждевременно.**



## ВЫВОДЫ

1. Все проведенные ранее исследования и обсуждения неисправности двигателя 1ZZU8231 автомобиля Toyota Avensis VIN SB1BR56L80E1763 сосредоточились исключительно на доказательствах каких-то повреждений двигателя в результате повышенного содержания смол в топливе, при этом никаких фактических повреждений деталей и узлов цилиндропоршневой группы и клапанного механизма двигателя не выявлено, а влияния смол в топливе на механическую часть двигателя фактически не установлено.
2. По результатам анализа заключения эксперта Ш-ва А.А. осталось невыясненным, какой вид разрушения имел ввиду эксперт, называя его "пофазным разрушением двигателя под воздействием осмоленного топлива". Ни признаков разрушения, ни признаков каких-либо дефектов, предшествующих разрушению деталей, ни связи предполагаемых (но не найденных) дефектов с "осмоленным" топливом эксперты О-х О.И. и Ш-в А.А. фактически не обнаружили.
3. Реальное состояние деталей механической части двигателя не соответствует тому, которое было бы в случае действительного воздействия тяжелых фракций топлива, сопровождающегося зависанием (залипанием) клапанов и их деформацией, и причина плохого запуска двигателя, скорее всего, не связана с повышенным содержанием в топливе тяжелых фракций.
4. Анализ заключений экспертов О-ха О.И. и Ш-ва А.А. показывают, что причинно-следственные связи между повышенным содержанием фактических смол в топливе, возможным воздействием этих смол на детали двигателя, при котором происходит затрудненный его запуск вследствие заклинивания (залипания) клапанов в направляющих втулках, и реальным состоянием деталей двигателя отсутствуют.
5. Нагар на деталях клапанного механизма и поршневой группы является нормой для нормально работающего двигателя, и его наличие на деталях не может



считаться признаком их существенного изменения. Напротив, отсутствие нагара на деталях является одним из признаков дефекта и ненормальной работы. Вследствие того, что допустимый расход моторного масла в двигателе в 8-10 раз выше количества смол, которые даже в случае 20-кратного превышения норм могли поступить в двигатель за тот же период, наиболее вероятно, что нагарообразование на деталях исследуемого двигателя связано с расходом моторного масла, а не с повышенным содержанием смол в топливе.

6. Утверждение эксперта Ш-ва А.А. о выходе нейтрализатора из строя по причине его перегрева вследствие догорания "осмоленного топлива" ошибочно, поскольку в качестве признаков перегрева эксперт указал цвета "побежалости" от сварки корпуса нейтрализатора при его производстве. Отсутствие перегрева нейтрализатора косвенно подтверждает, что двигатель до поступления автомобиля в ООО "И-во" работал всеми цилиндрами, и фактически не имел каких-либо неисправностей поршневой группы и клапанного механизма, а топливо с повышенным содержанием фактических смол не оказывало на нейтрализатор какого-либо разрушающего воздействия.
7. Установленное в ООО "И-во" падение компрессии, наиболее вероятно, связано не с наличием нагара на деталях и, тем более, не с залипанием клапанов или прочими дефектами деталей, а с избыточной подачей топлива в цилиндры при чрезмерно низкой скорости вращения стартера разряженным аккумулятором и, возможно, неравномерностью подачи топлива, обусловленной разницей в производительности форсунок.
8. Главной причиной нагарообразования на деталях исследуемого двигателя вероятно, являются неоднократные продолжительные по времени запуски с разряженным аккумулятором и повышенный расход масла, а не повышенное содержание смол в топливе. Разрядка аккумулятора и чрезмерно медленное вращение коленчатого вала при затрудненном запуске двигателя неминуемо вызывают переобогащение топливовоздушной смеси с частичной потерей компрессии в цилиндрах и повышенное нагарообразование на деталях клапанного механизма и поршневой группы двигателя.



9. Запуск двигателя буксировкой автомобиля при помощи троса с высокой вероятностью может вызвать целый ряд серьезных неисправностей двигателя, в том числе, дефекты деталей привода газораспределительного механизма и поршневой группы, последствиями чего могут быть повышенный шум, стуки, потеря компрессии, увеличение расхода масла, уменьшение срока службы двигателя и преждевременный выход его из строя. Однако в связи с тем, что эксперты О-х О.И. и Ш-в А.А. в проведенных экспертизах никак не исследовали состояние деталей привода газораспределительного механизма и поршневой группы на предмет возможных повреждений, связанных с запуском двигателя буксировкой автомобиля, для окончательного ответа на вопрос, имеются ли такие дефекты в механизме привода ГРМ и поршневой группе, требуется проведение дополнительных исследований.
10. В результате проведенного исследования найдено огромное количество несоответствий, неточностей и грубых ошибок в заключениях экспертов О-ха О.И. и Ш-ва А.А. Экспертное заключение О-ха О.И. является неполным и необоснованным, экспертное заключение Ш-ва А.А. составлено предельно тенденциозно и является не только неполным, недостоверным и бездоказательным, но и ошибочным по своей сути. Исходя из этого, заключения экспертов О-ха О.И. и Ш-ва А.А. вследствие необоснованности и ошибочности не могут быть приняты во внимание при рассмотрении технической стороны дела.
11. При проведении исследования материалов дела найдено большое количество несоответствий, неточностей и откровенных ошибок, допущенных ООО "И-во" как в диагностировании неисправности двигателя, так и в обосновании необходимости проведения разборки и ремонта двигателя. Результаты диагностики, выполненной ООО "И-во", противоречат друг другу, а после разборки двигателя ООО "И-во" не удалось выявить никаких неисправностей даже путем привлечения экспертов и выполнения 2-х экспертиз двигателя. Таким образом, есть все основания полагать, что при поступлении автомобиля на техническое обслуживание в ООО "И-во" двигатель не имел каких-либо неисправностей цилиндропоршневой группы и клапанного механизма, а его разборка выполнена необоснованно и преждевременно.



**12. Результаты измерения компрессии в ООО "И-во" сами по себе, без применения дополнительных диагностических средств, не могут дать достоверных данных о состоянии двигателя и не могут быть приняты в качестве доказательства наличия каких-либо дефектов. Таким образом, решение о разборке двигателя 1ZZU8231 автомобиля Toyota Avensis VIN SB1BR56L80E1763 в связи с какими-то неисправностями его механической части, принятое ООО "И-во" исключительно по результатам измерения компрессии, является поспешным и ошибочным.**

Эксперт-автотехник 1-й категории,

Генеральный директор ООО "СМЦ "АБ-Инжиниринг",

кандидат технических наук

А.Э.Хрулев

Эксперт-автотехник 2-й категории

П.С.Горелик



## ПРИЛОЖЕНИЕ

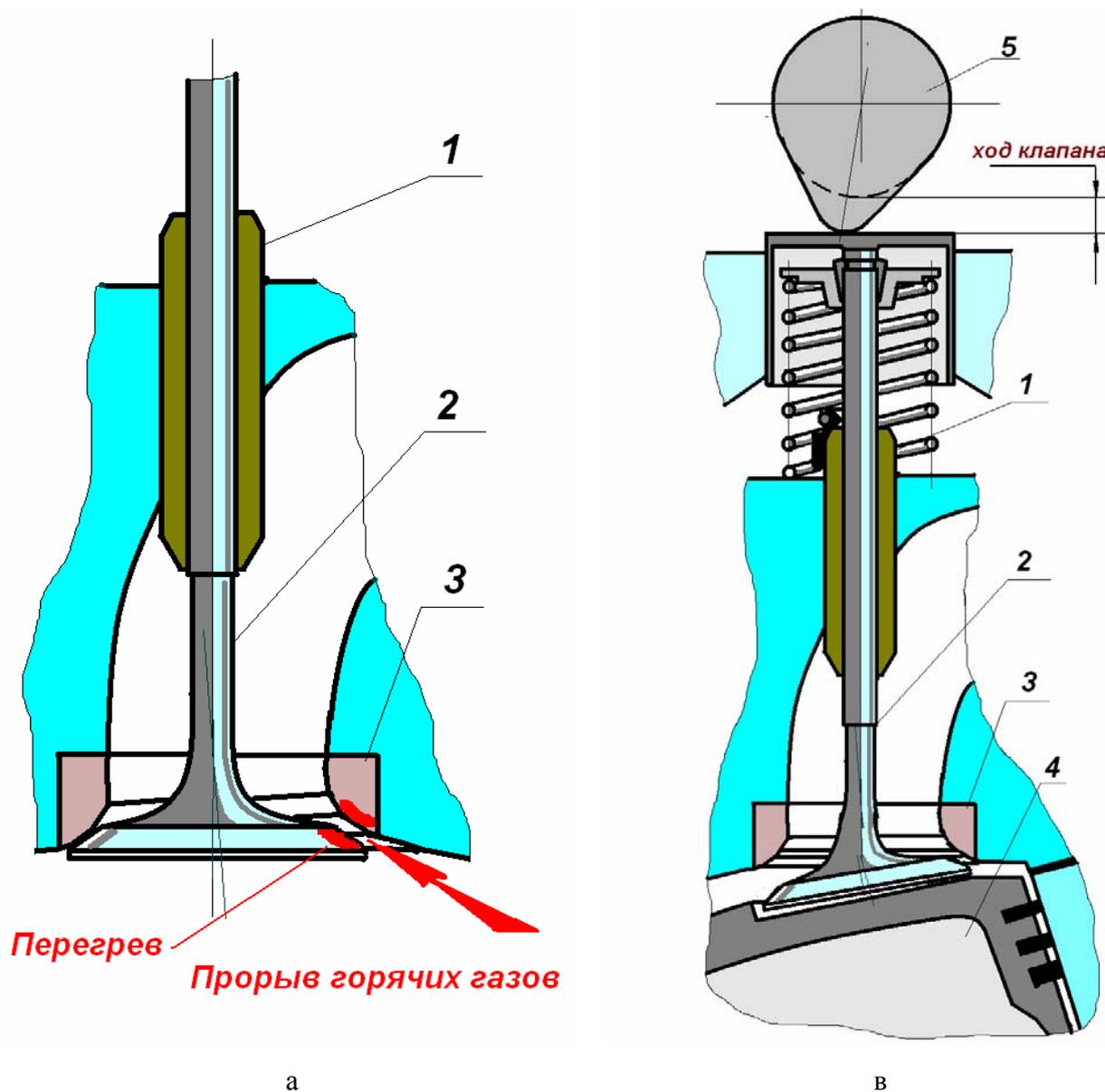


Рис. 1. Схема перегрева клапана и седла при неприлегании тарелки к седлу и/или деформации стержня (а) и схема деформации клапана при заклинивании стержня (в):  
1- направляющая втулка, 2- клапан, 3- седло, 4- поршень в ВМТ, 5- кулачок распревала.

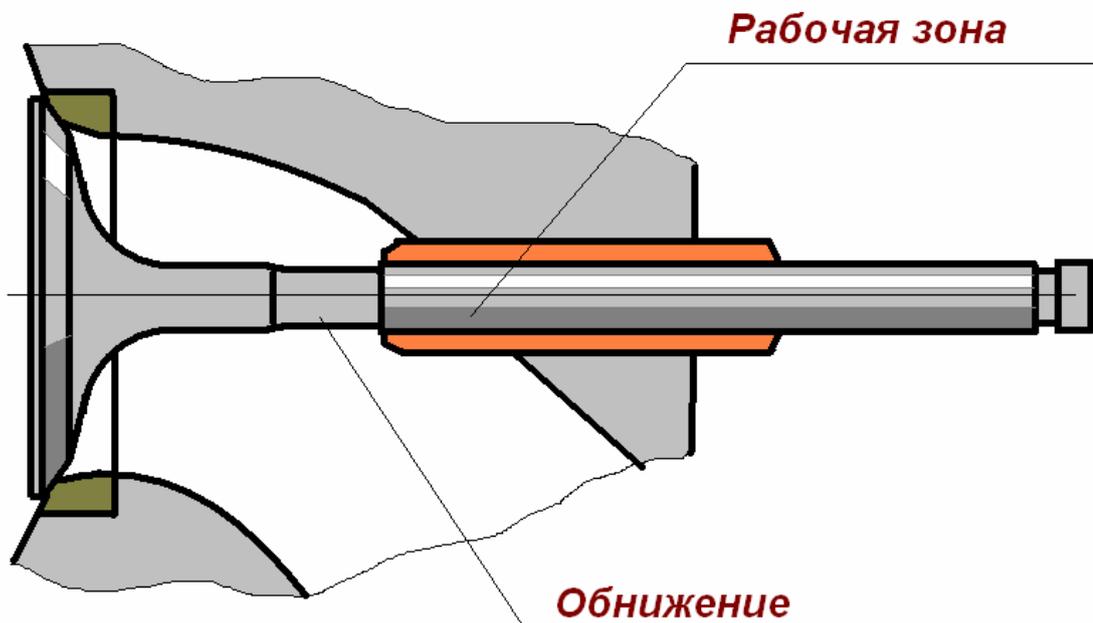


Рис. 2а. Схема обнижения на стержне клапана, препятствующего осаждению отложений на рабочей зоне стержня.



Рис. 2в. Фотография из заключения эксперта Ш-ва А.А. с неправильно указанной рабочей зоной (рабочая зона стержня перепутана с обнижением на стержне). На самом деле рабочая зона стержня – в идеальном состоянии.

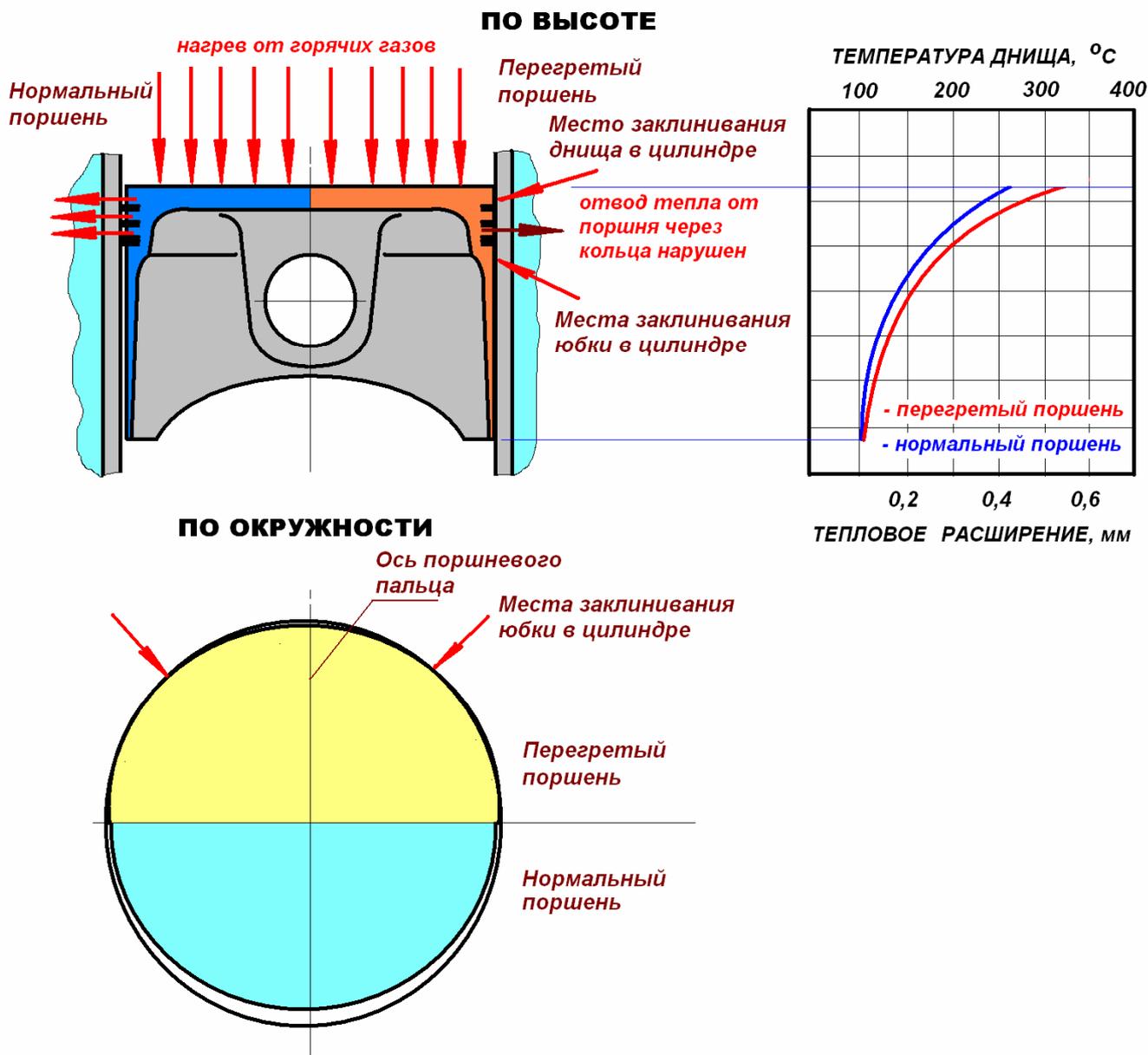


Рис. 3. Схема работы поршня при его штатном расширении в цилиндре при залегании поршневых колец, вызывающем задиры и заклинивание (таких задиrow и следов заклинивания не найдено).

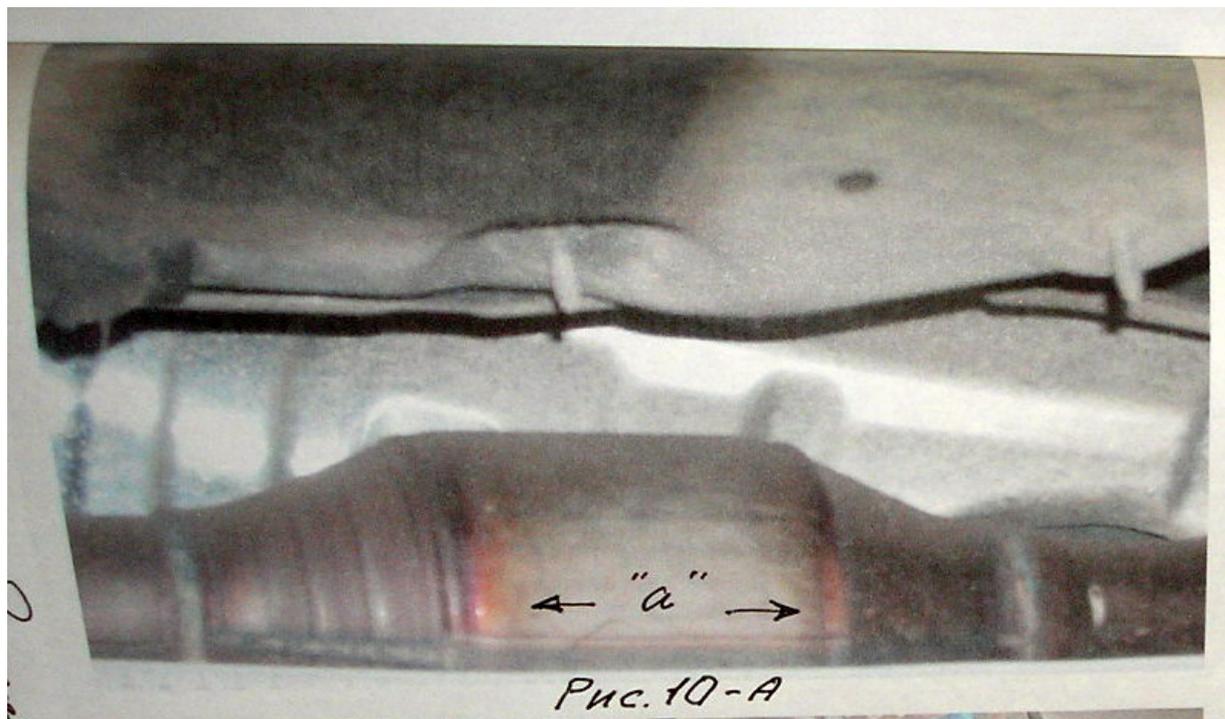


Рис. 4. Фото корпуса нейтрализатора из заключения эксперта Ш-ва А.А. с ошибочным указанием на цвета побежалости в зоне сварных швов от сварки при производстве, как на признаки перегрева катализатора. **На самом деле перегрева нет.**

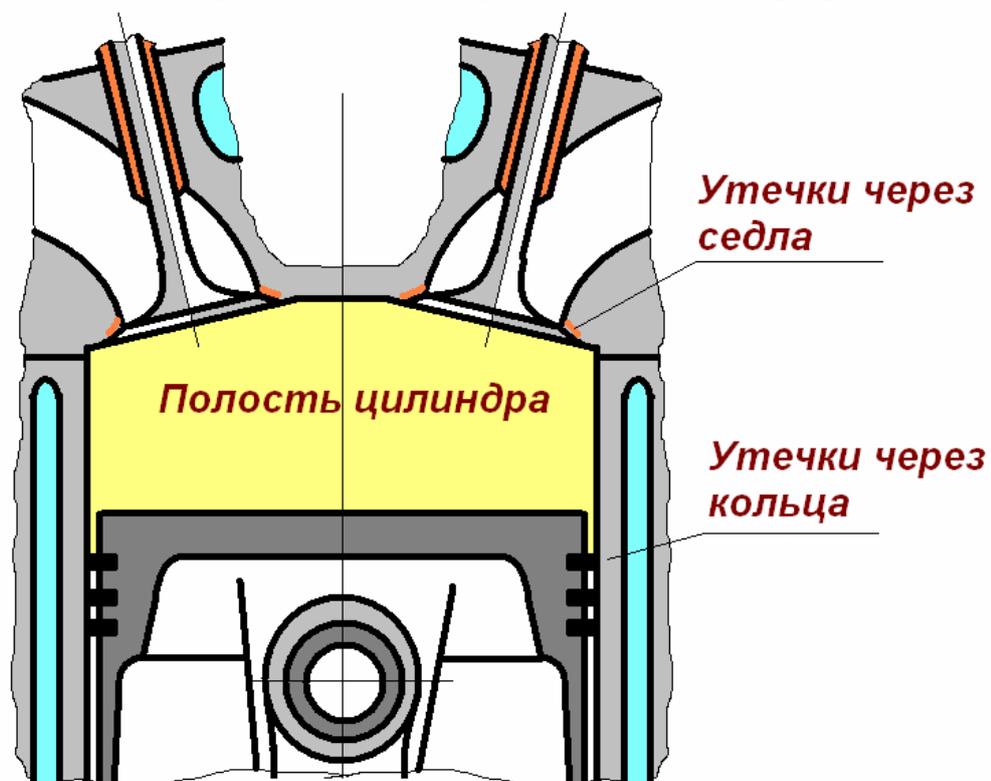


Рис. 5. Схема утечек из полости цилиндра двигателя, вызывающих падение компрессии.

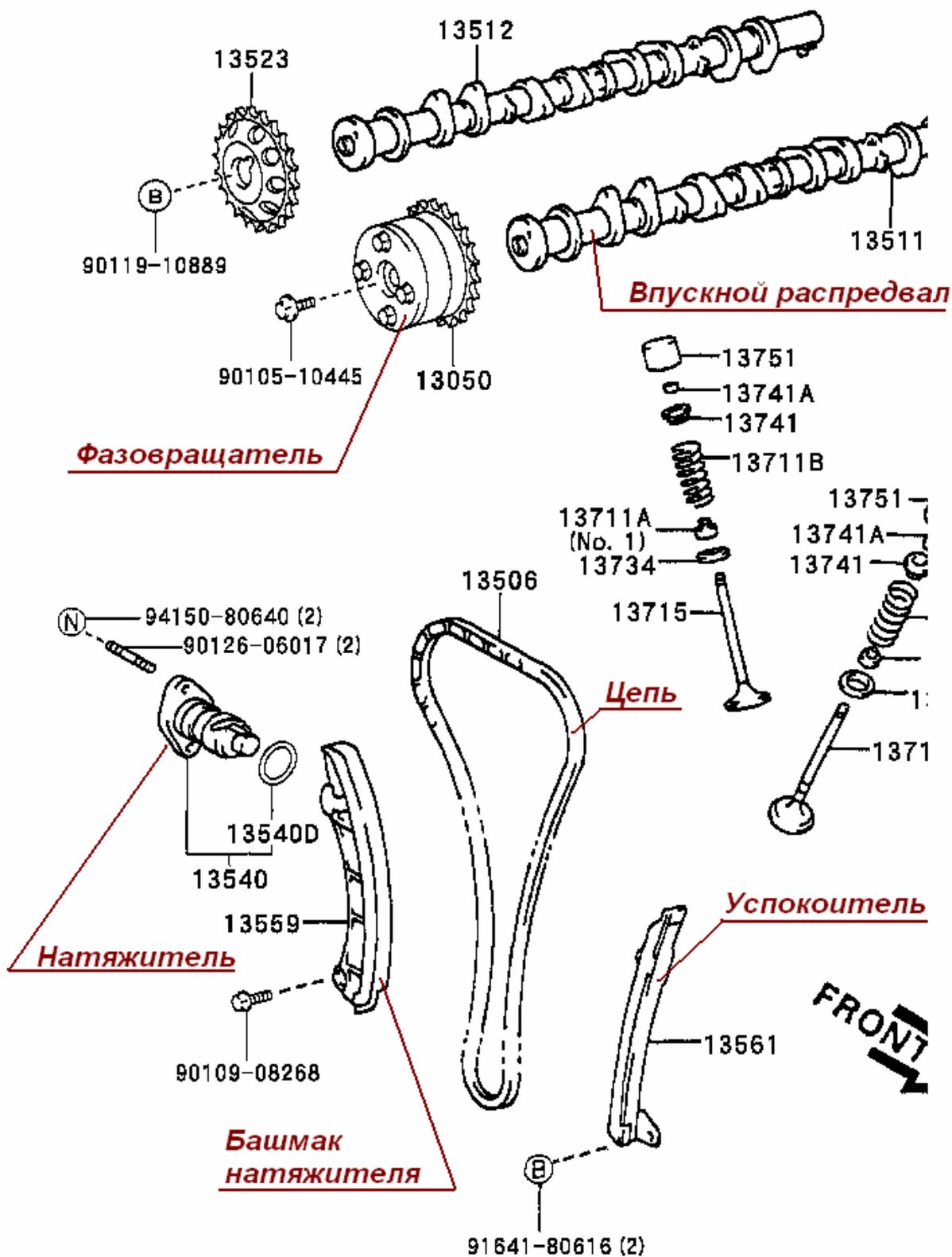


Рис. 6. Схема механизма привода ГРМ двигателя Toyota 1ZZ.

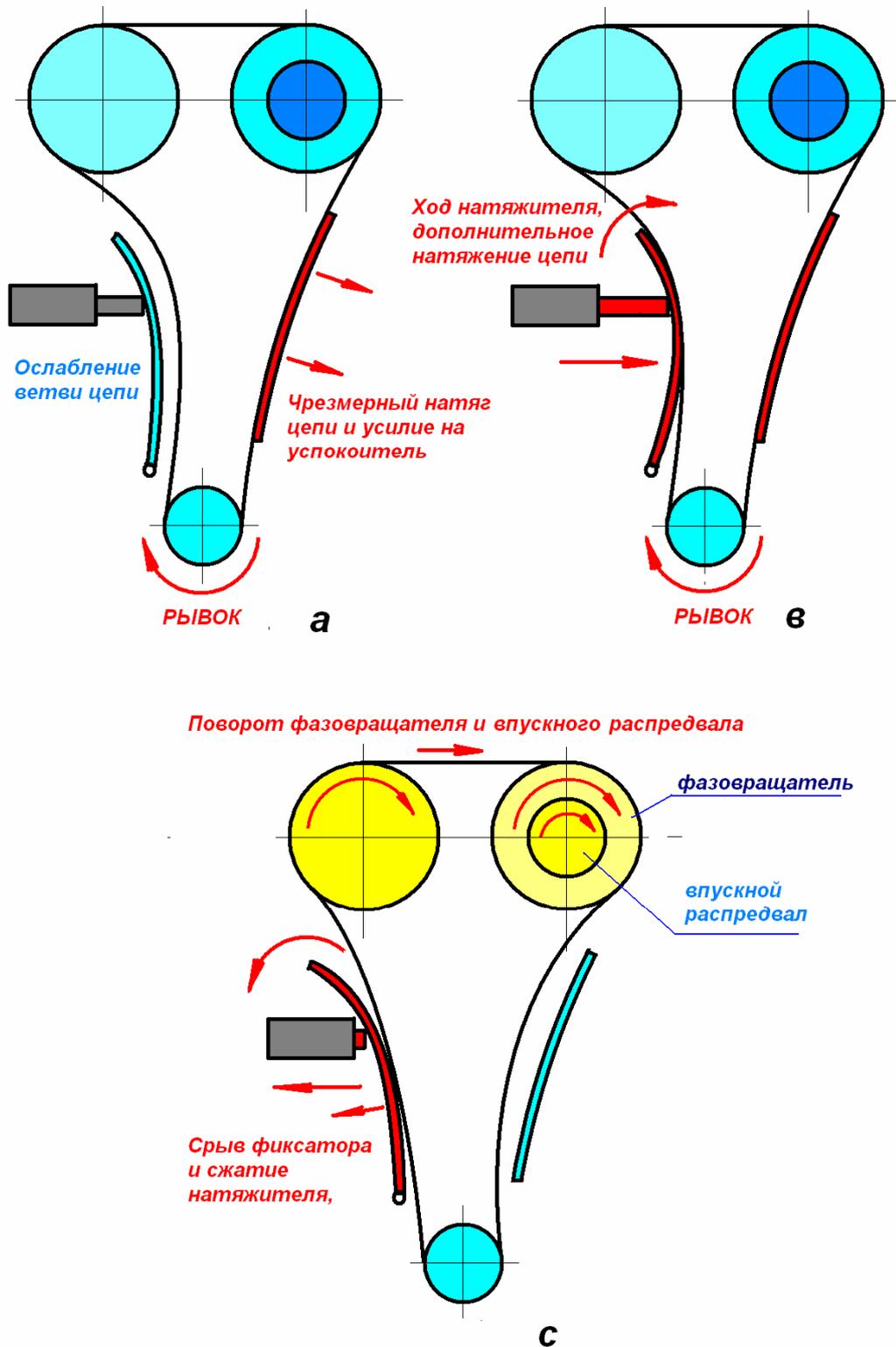


Рис.7. Схема работы механизма привода ГРМ при рывке во время запуска с троса:  
а- **чрезмерное натяжение ветви цепи** коленвалом с ослаблением противоположной ветви,  
в- **дополнительных ход плунжера** на натяжение ослабленной ветви цепи,  
с- **срыв фиксатора плунжера**, перемещение плунжера, натяжение ветви цепи с ослаблением противоположной, поворот распределительных валов по инерции с дополнительным поворотом впускного распредвала в фазовращателе.