

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН МАСЛЯНОГО ГОЛОДАНИЯ ДВС АВТОМОБИЛЯ AUDI Q7 ПОСЛЕ ПРОВЕДЕННОГО ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА

Е.В. Снятков¹, В.А. Чухлебов², В.А. Гаркуша³, В.И. Кылчик⁴, М.С. Судаков⁵
^{1,2,3,4,5} Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова,
г. Воронеж, Россия

Автор, ответственный за переписку: Евгений Вячеславович Снятков, snyatkov@list.ru

Аннотация. В статье рассматривается пример неправильной установки масляного фильтра на автомобиль АУДИ Q7. В данной работе рассмотрены результаты, к которым может привести неправильная установка фильтра и отсутствие переливного клапана в масляном фильтре.

Ключевые слова: масляный фильтр, техническое обслуживание, подшипник скольжения, конструктивное исполнение масляного фильтра, оригинальный комплект масляного фильтра.

INVESTIGATION OF THE REASONS FOR OIL STRAINING IN THE ENGINE OF AN AUDI Q7 AFTER REPAIRS

E.V. Snyatkov¹, V.A. Chukhlebov², V.A. Garkusha³, V.I. Kylchik⁴, M.S. Sudakov⁵
^{1,2,3,4,5} Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,
Voronezh, Russia

The author responsible for the correspondence: Evgeny Vyacheslavovich Snyatkov, snyatkov@list.ru

Annotation. The article discusses an example of incorrect installation of an oil filter on an AUDI Q7 car. This work examines the results that can be caused by incorrect installation of the filter and the absence of an overflow valve in the oil filter.

Keywords: oil filter, maintenance, plain bearing, design of the oil filter, original oil filter kit.

Предметом исследования является двигатель внутреннего сгорания (ДВС) автомобиля АУДИ Q7.

Поставлены следующие вопросы:

- 1 Какие неисправности имеет ДВС автомобиля АУДИ Q7.
- 2 Какова причина выхода из строя ДВС автомобиля АУДИ Q7. Является ли она следствием восстановительного ремонта?
- 3 Соответствует ли комплект масляного фильтра установленный на автомобиль АУДИ Q7 соригинальной запасной части с каталожным номером «059198405»?

Исходные данные

После выполненных работ ТР эксплуатация автомобиля проходила преимущественно на коротких поездках в черте города. При выезде на трассу примерно через 147 км двигатель потерял мощность и заглох. После чего был вызван эвакуатор, которым автомобиль был доставлен в место проведения ремонта.

Термины и определения:

Согласно Протокола № 1 совещания рабочей группы при Экспертном совете ФАС России по развитию конкуренции в сфере реализации и сервисного обслуживания легковых автомобилей «Проблемы взаимодействия, дистрибьюторов, дилеров и

поставщиков запасных частей и оборудования для ремонта» (Москва 29.03.2012):

Оригинальная запасная часть – деталь, производимая по заказу автопроизводителя, прошедшая определенную маркировку товарным знаком автопроизводителя, и предназначенная для автомобилей конкретной марки, которые отвечают всеми необходимыми техническими характеристиками.

Согласно ГОСТ Р 53394–2017:

обозначение изделия (item/part number): Комбинация буквенных и цифровых символов, предназначенная для однозначной идентификации изделия для целей разработки, производства, эксплуатации и (или) ремонта

Примечания

При разработке и производстве изделия обозначение присваивает разработчик по ГОСТ Р 2.201-2023. При этом маркировка изделия одновременно является обозначением его основного конструкторского документа. Указанное обозначение является внутренним уникальным идентификатором (кодом) в организациях разработчика и изготовителя изделия.

При поставке изделия ему может быть присвоено другое обозначение, являющееся идентификатором либо комплектующего изделия для целей его использования при сборке и эксплуатации (ремонте) сложного изделия, либо самого такого сложного изделия (например, автомобиль Лада Гранта, самолет Ту-214, насос НС-3051, блок управления 6308 и т. п.).

Согласно Техническому регламенту:

Дефект – каждое отдельное несоответствие транспортного средства (компонента) установленным требованиям.

Согласно ГОСТ Р ИСО 9000–2015:

Дефект – нарушение требования, связанного с предполагаемым или установленным использованием.

Согласно ГОСТ 15467–79:

Дефект – каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям.

Несоответствие требованиям технического задания или установленным правилам разработки (модернизации) продукции относится к конструктивным дефектам.

Несоответствие требованиям нормативной документации на изготовление или поставку продукции относится к производственным дефектам.

Согласно ГОСТ Р 27.102–2021:

дефект: Каждое отдельное несоответствие объекта требованиям, установленным в документации.

повреждение: Нарушение исправного состояния объекта при сохранении его работоспособного состояния.

Примечания

1 Дефект и (или) повреждение могут служить причиной возникновения частичного или полного отказа объекта.

2 Факт наличия дефекта и (или) повреждения приводит объект в неисправное состояние исправное состояние (исправность): Состояние, в котором все параметры соответствуют всем требованиям, установленным в документации на этот объект.

неисправное состояние (неисправность): Состояние объекта, в котором хотя бы один параметр объекта не соответствует хотя бы одному из требований, установленных в документации на этот объект.

ДВС – двигатель внутреннего сгорания.

Осмотр автомобиля АУДИ Q7, был произведён в два этапа:

– первый при приемке автомобиля (перед транспортировкой вместо ремонта);

– второй непосредственно в месте ремонта.

Пробег автомобиля на момент проведения второго этапа исследования составил 254354 км.

Состояние автомобиля определялось органолептическим, измерительным методами, а также методом сравнения.

Производились

- визуальный осмотр;
- подключение диагностического сканера для определения пробега
- разборка ДВС;
- осмотр с применением увеличения;
- разборка масляного насоса;
- фотовидеосъемка

На первом этапе при визуальном осмотре исследуемого ДВС установлено:

- автомобиль на момент исследования находился на стоянке, ДВС был демонтирован, частично разобран и находился внутри помещения на кантователе;
- фильтрующий элемент отсутствует;
- обратный клапан в крышке фильтра отсутствует;
- в корпусе масляного фильтра содержится большое количество металлической стружки;
- датчик давления топлива смят;
- трубки системы дополнительного подогрева отрезаны;
- сломан кронштейн крышки выпускного коллектора.

На втором этапе для дальнейшего определения неисправностей двигатель был разобран, в результате чего установлено:

- в поддоне двигателя содержится большое количество металлической стружки различных фракций;
- в маслозаборнике, присутствуют посторонние предметы, являющиеся остатками, герметика, а также металлическая стружка;
- подшипники скольжения имеют следы аварийного износа, выраженные задирами, наволакиванием материала, участками перегрева, а также следы множественного попадания посторонних включений;
- коленчатый вал имеет аварийный износ шеек, выраженный задирами и локальными участками перегрева;
- рабочие поверхности цилиндров блока цилиндров имеют эксплуатационный износ и находятся в рабочем состоянии.
- поршни имеют царапины на юбках и износ антифрикционного слоя;
- два шатуна имеют следы схватывания с шатунными подшипниками;
- рабочие поверхности масляного насоса имеют царапины от попадания посторонних частиц;
- подвижность золотника редукционного клапана масляного насоса не нарушена.

Особый интерес представляет собой характерные следы, образующиеся при попадании посторонних частиц в зону трения «подшипник скольжения-шейка коленчатого вала» (рис. 1). При попадании частицы в масляный клин она некоторое время может в нем перемещаться и менять свое положение.

При изменении направления усилия на поршне, например при смене такта, масляный клин может изменяться по толщине и в момент его уменьшения частица вдавливаясь в поверхность антифрикционного материала подшипника скольжения, более мягкого чем шейка коленчатого вала.



Рисунок 1 – Следы попадания посторонних частиц на подшипнике скольжения
Illustration 1 – Traces of foreign particles on the plain bearing

При вдавливании, вытесняемый материал образует на границе приподнятый край, который потом уплотняется и стачивается от взаимодействия с шейкой образуя при этом отличную по плотности и внешнему виду область с явно различимым центром. Если попадает мягкая частица, например герметик то от нее, как правило, остается только пятно отличное по цвету без ярко выраженного центра.

Необходимо обратить внимание на то, что при масляном голодании, вызванном падением давления или превышением эксплуатационных нагрузок, присутствие областей с вдавленными частицами не редкость, однако их количество мало и их расположение не сильно удалено от центра подшипника. При отсутствии масляного голодания такие частицы, если их не много не оказывают значительного влияния на работу ДВС.

В рассматриваемом случае следов попадания посторонних частиц очень много, распределены они практически равномерно, кроме того, присутствуют даже в областях с аварийным износом и масляным голоданием.

Учитывая большое количество следов посторонних частиц следует установить причину их попадания в подшипники скольжения.

Для ответа на вопрос необходимо изучить особенности работы системы смазки, которая осуществляет подачу масла к трущимся соединениям.

Согласно общему принципу, масло подается насосом и проходит через напорную смазочную линию в подшипники скольжения и шатунные подшипники, затем подаётся к головке цилиндра для смазки распределительного вала и элементов управления клапанов.

В исследуемом двигателе внутреннего сгорания используется магистральный масляный фильтр цель, которого задерживать посторонние частицы и предотвращать их циркуляцию в системе смазки. Частицами могут быть: остатки от стирания металла,

пыль из воздуха, сажа, продукты коррозии, мусор попавший при ремонте или заправке моторным маслом.

Главной особенностью магистрального фильтра заключается в том, что он должен оставлять в себе весь объём проходящего моторного масла, следовательно от качества выполняемого, им работ напрямую зависит исправная работа ДВС.

Масляные фильтры не может никакого влияния на химические изменения масла в работе двигателя, т.к. они не в состоянии отделить жидкие или растворимые части. Но они препятствуют циркуляции твёрдых частиц загрязнений, и попаданию их в пары трения. Таким образом в течение интервалов между ТО фильтр сохраняет работоспособность моторного масла.

Фильтрующий элемент представляет собою штору, которая изготавливается из специальной гофрированной бумаги, пропитанной смолами. Такая бумага обладает высокой пористостью, а благодаря пропитке – прочностью, водо и маслостойкостью.

Для достижения максимально возможной площади фильтрующей поверхности при минимальных габаритах фильтра бумагу укладывают специальным образом, обычно в виде многолучевой «звезды».

Еще одним важным узлом системы смазки является перепускной клапан, который иногда называют предохранительным, обводным или байпасным. Его назначением служит, обеспечение гарантированной подачи моторного масла в систему смазки двигателя даже в случае, если оно не может пройти через штору фильтрующего элемента при ее полном засорении или слишком большой вязкости масла при низких температурах. Давление для срабатывания перепускного клапана обусловлено техническими характеристиками, предъявляемыми заводом производителем в зависимости от конструкции двигателя.

При проведении восстановительного ремонта выполнялись воздействия, при которых становится возможным попадание загрязнений внутрь двигателя напрямую в масляную систему, кроме того, был установлен не оригинальный масляный фильтр и отсутствовал переливной клапан.

Таким образом для попадания посторонних частиц в пары трения «шейка коленчатого вала-подшипник скольжения» есть все объективные факторы, при которых в масло могут попасть загрязнения и будет нарушена работа масляного фильтра.

Из исследования вытекает две основные версии образования неисправности:

- использование фильтрующей вставки другой конструкции;
- сборка фильтра без переливного клапана.

Использование вставки другой конструкции

Конструктивно масляный фильтр исследуемого автомобиля (рис. 2) состоит из основания, фильтрующего элемента, уплотнительного кольца, крышки, переливного клапана.

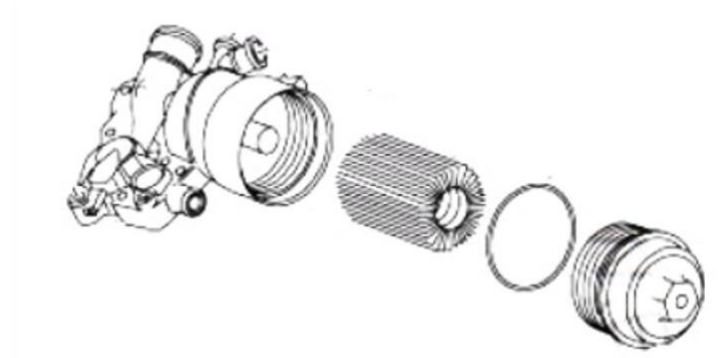


Рисунок 2 – Конструктивное исполнение масляного фильтра
Illustration 2 – Design of the oil filter

Согласно регламенту по замене моторного масла, вместе с маслом меняется и вставка масляного фильтра, при этом особое внимание уделяется правильной установке вставки и закручиванию крышки. Конструктивно вставка имеет бобышку (рис. 3, бобышка обведена красным кругом) которая должна попасть в паз корпуса фильтра и перекрыть сливное отверстие.



Рисунок 3 – Оригинальный комплект масляного фильтра
Illustration 3 – Original oil filter kit

Учитывая отсутствие цифробуквенного обозначения не оригинального фильтра, установленного при восстановительном ремонте, имелась ли на нем бобышка, а также его конструктивные параметры установить не представляется возможным в связи с тем, что фильтрующий элемент был утилизирован сотрудниками исполнителя.

Фильтр с отсутствующим переливным клапаном пропускает масло без очистки в систему смазки. Оставшиеся фрагменты герметика, грязь и т. Д. минуя штору масляного фильтра поступают в пары трения и вызывают их интенсивный износ.

При выполнении восстановительного ремонта в ДВС попали посторонние частицы (данный факт подтверждается еще и тем, что ДВС не мылся и содержит на своей поверхности абразив и другие загрязнения).

При установке масляного фильтра не был установлен обратный клапан. При отсутствии обратного клапана моторное масло циркулирует в системе практически без очистки т.к. центральное отверстие фильтрующего элемента всегда открыто.

Частицы загрязнений минуя штору фильтрующего элемента попадают в систему смазки, в частности пары трения коленчатый вал-подшипник скольжения (данное обстоятельство подтверждает множественные следы попадания посторонних частиц в антифрикционном слое подшипников скольжения)

При попадании посторонних частиц в пару трения в ней образуются механические повреждения антифрикционного слоя в результате чего нарушается масляный клин что приводит к аварийному приращению зазора и образованию масляного голодания.

Описанный механизм образования неисправности оставляет не освещенным один интересный вопрос – почему ДВС не вышел из строя в первые часы эксплуатации.

Для ответа на вопрос следует посмотреть исходные данные в них владелец поясняет как эксплуатировался автомобиль на протяжении 311 км после произведенного ремонта.

В частности, автомобиль используется не часто, основной пробег у автомобиля был по городу. При выезде на трассу и разгоне до 130 км/ч повышаются обороты причем нагрузка тоже растет. Вместе с повышением количества оборотов и нагрузки растет объем масла, подаваемый в зоны трения, следовательно и частицы более интенсивно циркулируют в системе. Нельзя оставить без внимания и накопительный эффект от попадания загрязнений.

Производитель дает четкие рекомендации в отношении использования запасных частей, в частности согласно руководству по эксплуатации:

Покупка автопринадлежностей и запасных частей должна предваряться консультацией на предприятии Audi. Ваш автомобиль располагает большим потенциалом активной и пассивной безопасности. В случае послезаводской комплектации автомобиля дополнительными автопринадлежностями или необходимости замены узлов и деталей воспользуйтесь советом и услугами предприятия Audi. Ваш договорной партнер Audi охотно проинформирует Вас о целесообразности, нормативных требованиях и заводских рекомендациях для автопринадлежностей и запасных частей. Мы рекомендуем использовать оригинальные автопринадлежности Audi и оригинальные узлы и детали® Audi, доказавшие надежность, безопасность и пригодность Audi. Разумеется, на предприятиях Audi может быть выполнен и их квалифицированный монтаж. Оценивать и ручаться за надежность, безопасность и пригодность других изделий мы не можем, даже если в каком-то конкретном случае окажется в наличии свидетельство об их приемке официально признанным органом технического надзора либо разрешение властей.

Таким образом производитель рекомендует устанавливать только оригинальные запасные части.

Учитывая утилизацию фильтра, установить его соответствие по техническим параметрам не представляется возможным, однако этот фильтр не совпадает с оригинальной деталью ни по названию, ни по маркировке следовательно, не является оригинальной деталью.

Причина выхода из строя ДВС автомобиля АУДИ Q7, является следствием не качественно выполненного восстановительного ремонта.

Комплект масляного фильтра установленный на автомобиль АУДИ Q7 не является оригинальной запасной частью с каталожным номером «059198405».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения : межгосударственный стандарт. – Введ. 1979-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2007. – 10 с.
2. ГОСТ Р 27.102-2021. Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения : национальный стандарт Российской Федерации. – Введ. 2022-07-01. – Москва : Стандартинформ, 2021. – 20 с.
3. ГОСТ Р 53394-2017. Интегрированная логистическая поддержка. Термины и определения : национальный стандарт Российской Федерации. – Введ. 2019-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 23 с.
4. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь : национальный стандарт Российской Федерации. – Введ. 2016-03-01. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 63 с.

5. ГОСТ Р 2.201-2023. Единая система конструкторской документации. Обозначение изделий и конструкторских документов : национальный стандарт Российской Федерации. – Введ. 2024-07-01. – Москва : Стандартинформ, 2024. – 18 с.

6. Снятков, Е. В. Применение сравнительного метода анализа при экспертизе автомобильных масляных фильтров / Е. В. Снятков, И. И. Голобокова, Ф. А. Мирзоева // Проблемы эксплуатации автомобильного транспорта и пути их решения на основе перспективных технологий : материалы Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 18 октября 2021 года. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, 2021. – С. 49–51.

7. Попов, Д. А. К вопросу об отказе ДВС, вызванного проворачиванием подшипников скольжения / Д. А. Попов, Е. В. Снятков, С. В. Дорохин // Современные автомобильные материалы и технологии : сборник статей VI Международной научно-технической конференции, Курск, 28 ноября 2014 года / Е. В. Агеев (отв. ред.). – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2014. – С. 200–204.

REFERENCES

1. GOST 15467-79. Product quality management. Basic concepts. Terms and definitions : interstate standard. – Introduction. 1979-01-01. – Moscow : Standartinform, 2007. – 10 p.

2. GOST R 27.102-2021. Reliability in technology. The reliability of the facility. Terms and definitions : national standard of the Russian Federation. – Introduction. 2022-07-01. – Moscow : Standartinform, 2021. – 20 p.

3. GOST R 53394-2017. Integrated logistical support. Terms and definitions : national standard of the Russian Federation. – Introduction. 2019-01-01. – Moscow : Standartinform, 2018. – 23 p.

4. GOST R ISO 9000-2015. Quality management systems. Basic provisions and vocabulary : the national standard of the Russian Federation. – Introduction. 2016-03-01. Moscow : Standartinform, 2015. 63 p.

5. GOST R 2.201-2023. A unified system of design documentation. Designation of products and design documents : national standard of the Russian Federation. – Introduction. 2024-07-01. – Moscow : Standartinform, 2024. – 18 p.

6. Snyatkov, E. V. Application of the comparative analysis method in the examination of automotive oil filters / E. V. Snyatkov, I. I. Golobokova, F. A. Mirzoeva // Problems of operation of motor transport and ways to solve them based on promising technologies : proceedings of the All-Russian Scientific and Technical Conference, Voronezh, October 18, 2021. Voronezh : Voronezh State Forestry Engineering University named after G. F. Morozov, 2021. pp. 49-51.

7. Popov, D. A. On the issue of internal combustion engine failure caused by cranking of sliding bearings / D. A. Popov, E. V. Snyatkov, S. V. Dorokhin // Modern automotive materials and technologies : collection of articles of the VI International Scientific and Technical Conference, Kursk, November 28, 2014 / E. V. Ageev (ed.). Kursk : Southwest State University, 2014, pp. 200-204.