

К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ НАГРУЗОЧНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ НА СТАБИЛЬНОСТЬ РАБОТЫ СИСТЕМЫ СМАЗКИ

Федотов Е.С., Тагиев Р.С., Харьков С.В., Москаленко М.Б.

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания; система смазки; масляный фильтр; давление масла; стабильность работы, опасные режимы.

Аннотация. Целью системы смазки двигателя внутреннего сгорания является обеспечение оптимальных условий для стабильной работы агрегата, путем обеспечения максимального КПД за счет уменьшения потерь на трение, а так же создание оптимальных температурных условий работы и выведение продуктов износа из мест сопряжения. Зачастую, на определенных режимах работы могут возникнуть аварийные ситуации. В данной работе исследовано влияние нагружения двигателя (на примере двигателя ВАЗ 21083) со стандартным масляным насосом и с добавлением датчиков давления масла на стабильность параметров работы системы смазки. Приведен анализ возникновения аварийных ситуаций в масляной системе ДВС. Проведены реальные испытания с замерами пропускной способности системы смазки в зависимости от нагрузки на двигатель.

ON THE ISSUE OF THE INFLUENCE OF LOAD CONDITIONS OF THE ENGINE ON THE STABILITY OF THE LUBRICATION SYSTEM

Fedotov E.S., Tagiev R.S., Kharkov S.V., Moskalenko M.B.

Kuban State Technological University, Krasnodar

Keywords: internal combustion engine; Lubrication system; oil filter; oil pressure; stability, dangerous modes.

Abstract. The purpose of the lubrication system of an internal combustion engine is to provide optimal conditions for stable operation of the unit, by ensuring maximum efficiency by reducing friction losses, as well as creating optimal temperature conditions and removing wear products from the interface. Often, in certain operating modes, emergency situations can occur. In this paper, we studied the effect of engine loading (for example, a VAZ 21083 engine) with a standard oil pump and with the addition of oil pressure sensors on the stability of the lubrication system. The analysis of the occurrence of emergency situations in the oil system of the engine. Real tests were carried out with measurements of the throughput of the lubrication system depending on the load on the engine.

Введение

Моторное масло выполняет в двигателе важную роль, а именно влияет на стабильность и долговечность работы. Кроме основной функции, касающейся смазки двигателя, оно также выполняет ряд других. Но все те преимущества, которые дает нам моторное масло, ничего не значат, если масло не циркулирует, как положено, по всему двигателю, обеспечивая необходимую для его работы смазку.

Рассмотрим систему смазки автомобильного двигателя: как она действует и какие проблемы могут возникнуть, если не поддерживать ее на должном уровне. Обычно это случается, когда изнашиваются детали двигателя в результате большого пробега, либо в результате повреждений, вызванных нестабильной работой системы смазки.

Разумеется, основная задача моторного масла состоит в том, чтобы способствовать ровной работе всех деталей двигателя. Движущиеся механические части, такие как: кулачки, зубчатые шестеренки, подшипники качения и скольжения, поршни и клапаны нуждаются в качественной смазке с помощью моторного масла. Моторное масло выполняет эту функцию, образуя своего рода «барьер» из масляной пленки, защищающий детали двигателя.

Во время работы между движущимися деталями двигателя возникает трение. В отсутствии масла, происходило бы очень быстрое изнашивание деталей двигателя. Несмотря на то, что масло снижает трение, его не представляется возможным избежать полностью из-за гидро-динамических сопротивлений.

При работе двигателя под разно-переменной нагрузкой нередко возникают аварийные моменты, связанные с падением или увеличением рабочего давления в системе смазки, которые могут приводить к выходу из строя силовых установок.

Характеристика объектов и методов исследования

При снятии нагрузочной характеристики положение дроссельной заслонки изменяют от полного до соответствующего режиму ХХ при данной частоте вращения. При этом для поддержания постоянного скоростного режима нагрузку двигателя соответственно изменяют при помощи тормозной установки [1-4].

Работа на режимах нагрузки наиболее характерна для двигателей, которые по условиям технологического процесса потребителя мощности должны сохранять почти постоянным скоростной режим при изменении внешней нагрузки (двигатели для привода электрических генераторов, насосов, компрессоров).

Нагрузочная характеристика имитирует также работу двигателя на автомобиле при движении последнего с постоянной скоростью на одной из передач в условиях переменного дорожного сопротивления.

Результаты исследования

Для получения результата характеристик и анализа рабочих параметров была собрана Лабораторная установка (рис. 1,2) на базе модернизированного учебного стенда для обкатки двигателей КИ-5543 в паре с инжекторным двигателем ВАЗ 21083. Работа двигателя полностью имитирует работу ДВС на реальном автомобиле.

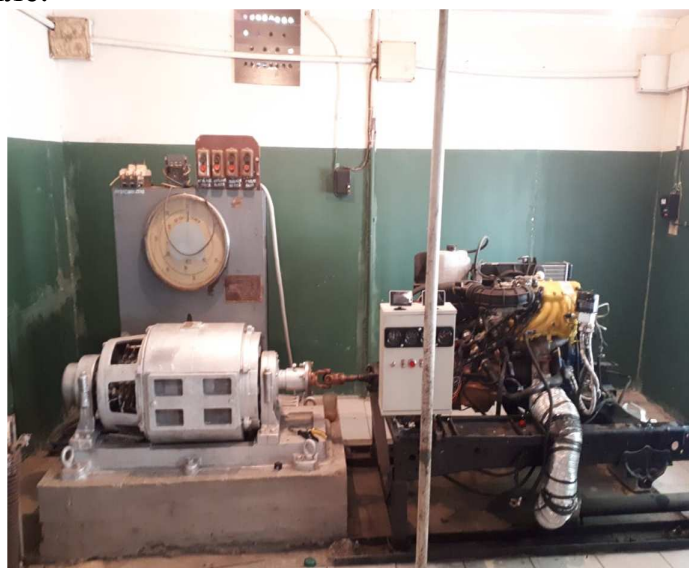


Рис. 1. Лабораторная установка, общий вид установки

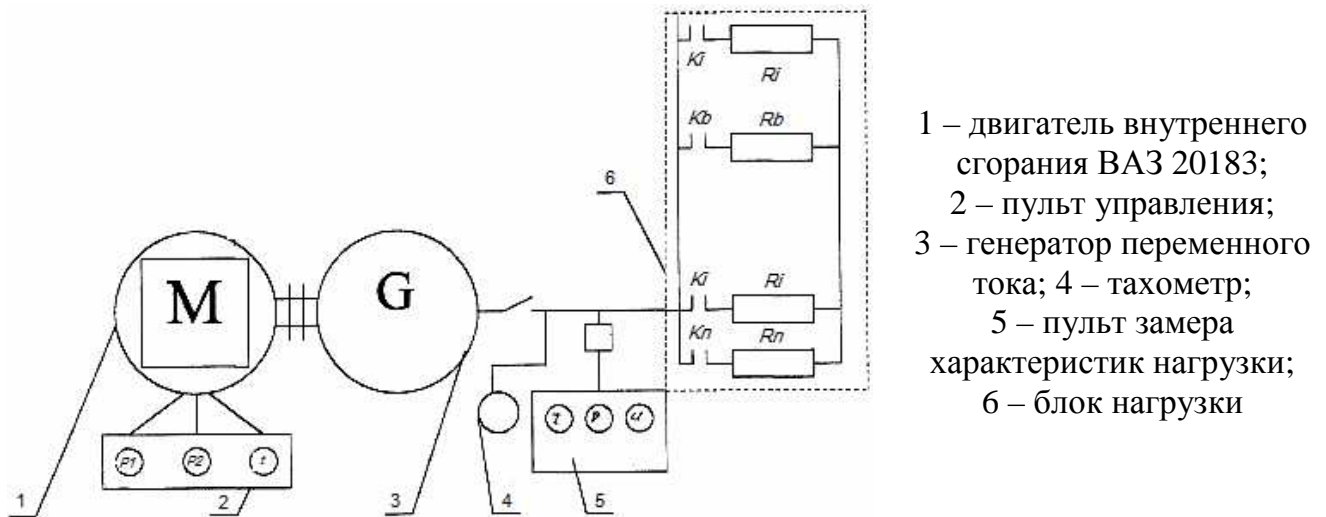


Рис. 2. Принципиальная схема лабораторной установки

Перед проведением лабораторных испытаний на стенде была доработана система смазки. Чтобы давление в системе смазки соответствовало заводским параметрам, установленным на заводе изготовителя, была произведена полная замена масла и масляного фильтра, с последующим его выносом со штатного места [5-7]. Для выноса масляного фильтра была использована проставка-переходник (рис. 3), которая вкручивалась в штатное место масляного фильтра.

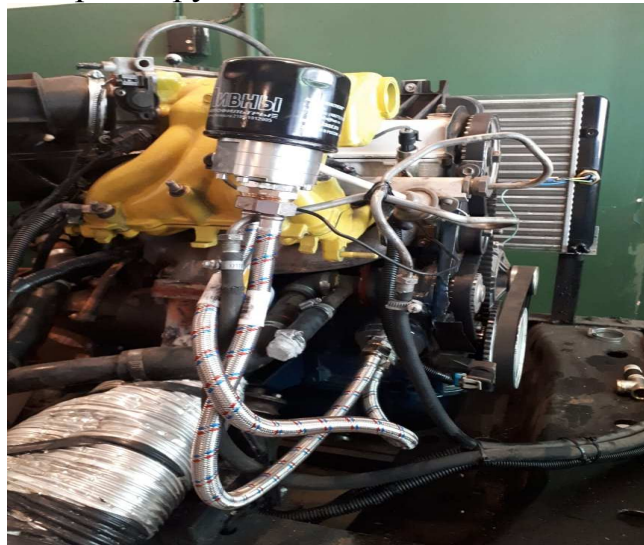


Рис. 3. Перенос масляного фильтра

Благодаря данной проставке удалось установить датчик давления в систему смазки перед фильтром и после масляного фильтра. Второй датчик был установлен в головке блока цилиндров, благодаря чему удалось снять измерения показания давления до фильтрующего элемента и в конце масляного тракта [8-10].

Методика снятия нагрузочной характеристики

- характеристика должна сниматься при постоянном открытом на определенный угол дроссельной заслонке;
- характеристика снимается путем последовательного увеличения нагрузки от нуля до падения частоты вращения коленчатого вала в 1000 об/мин;
- в режиме номинальной (максимальной) мощности число параллельных измерений должно быть не менее трех.

В данном случае, нет возможности поддерживать постоянную частоту вращения коленчатого вала независимо от нагрузки, так как на данной установке отсутствует механизм автоматического регулирования частоты вращения. Поэтому нагрузку производим исходя от постоянно открытая дроссельной заслонки и увеличения нагрузки. Замеры проводились начиная от частоты 3000 об/мин.

По результатам исследований, чтобы добиться частоты вращения коленчатого вала $n=1000$ об/мин, была применена нагрузка генератором N . Эту нагрузку высчитали исходя из напряжения генератора на обмотке $U=180$ В и замеренной силы тока $I=120$ А.

Мощность потребляемую генератором вычислим по формуле:

$$N_2 = U \cdot I. \tag{1}$$

Общая нагрузка создаваемая генератором, составляет в сумме мощностей, формула (2).

$$N = N_2 + \Delta N_2, \tag{2}$$

где ΔN – потеря мощности на генераторе, кВт.

Полученные результаты исследования сведены в таблицу 1.

Табл. 1. Результаты исследований и вычислений

Частота n , об/мин	Напряжение на обмотке генератора U , В	Нагрузка I , А	Мощность генератора N_2 , кВт	Потери на генераторе ΔN_2 , кВт	Суммарная Мощность подключаемой нагрузки N , кВт	Давление в системе смазки без нагрузки P , МПа	Давление в системе смазки под нагрузкой P , МПа
3000	180	0	0	0	0	2,4	2,4
2500	180	30	5,4	2	7,4	2,4	2,3
2000	180	60	10,8	2,25	13,05	1,9	1,7
1500	180	90	16,2	2,5	18,7	1,5	1,3
1000	180	120	21,6	2,75	24,35	1,0	0,8

Выводы

Из полученных результатов можно сделать вывод, что под нагрузкой в системе смазки двигателя внутреннего сгорания происходит падение давления. Причем закономерность показывает, что с увеличением нагрузки разница между давлением в системе смазки без нагрузки и под нагрузкой возрастает, а на низких оборотах вообще падает давление до критического значения. Данное явление обусловлено повышением рабочей температуры двигателя внутреннего сгорания в результате нагрузки, при этом меняет вязкость масла и с этим явлением происходит падение давления масла.

Анализ показал, что одной из наиболее информативных систем, а также систем ограничивающих режим непрерывной работы двигателя является система смазки. Предложены новые способы диагностики по следующим показателям: давление в системе смазки, нагрузочный режим. По этим параметрам можно судить о скорости износа двигателя внутреннего сгорания и остаточном ресурсе двигателя до проведения технического обслуживания, позволяющими выявить место и причины неисправностей, а также возможность возникновения аварийной ситуации.

Список литературы

1. Федотов Е.С., Вольченко Н.А., Шевцов Ю.Д., Поляков П.А., Тагиев Р.С. Влияния различных нагрузочных режимов на стабильность работы системы смазки двигателя // Механика, оборудование, материалы и технологии электронный: сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции. 2019. С. 764-772.
2. Федотов Е.С., Шевцов Ю.Д., Поляков П.А., Тагиев Р.С., Дзюба Ф.А. Влияние степени загрязнения масляного фильтра на параметры работы системы смазки // Механика, оборудование, материалы и технологии: электронный сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции. 2019. С. 784-792.
3. Патент №180157 РФ. Стенд системы управления инжекторным двигателем / Шевцов Ю.Д., Дудник Л.Н., Федотов Е.С., Фадеев Е.Д. – Оpubл. 05.06.2018, Бюл. №16
4. Шевцов Ю.Д., Федотов Е.С., Поляков П.А., Кроква Д.В. Разработка способа повышения надежности ДВС путем контроля и управления гидравлическими параметрами системы смазки // Механика, оборудование, материалы и технологии. Сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФГБОУ ВО "Кубанский государственный технологический университет". 2018. С. 728-733.
5. Шевцов Ю.Д., Федотов Е.С., Поляков П.А., Воленко А.В. Определение опасных режимов работы силовых агрегатов по параметрам системы смазки // Механика, оборудование, материалы и технологии. Сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФГБОУ ВО "Кубанский государственный технологический университет". 2018. С. 734-737.
6. Шевцов Ю.Д., Кабанков Ю.А., Федотов Е.С., Фурсина А.Б. Предотвращение аварийных ситуаций на ДВС путем управления параметрами его работы // VI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 55-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос сборник научных статей. КВВАУЛ им. А.К. Серова. 2016. С. 234-237.
7. Атрощенко В.А., Шевцов Ю.Д., Федотов Е.С., Кабанков Ю.А. К вопросу использования динамических характеристик фильтра для диагностики и прогнозирования технического состояния двигателя внутреннего сгорания // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского Сборник научных статей V Международной научно-практической конференции. 2015. С. 297-300.
8. Шевцов Ю.Д., Федотов Е.С., Кабанков Ю.А., Савицкий Ю.А. К вопросу использования параметров оценки эффективности работы фильтров для определения периодичности его замены // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского Сборник научных статей V Международной научно-практической конференции. 2015. С. 300-303.
9. Шевцов Ю.Д., Атрощенко В.А., Дудник Л.Н., Горохов Д.А., Федотов Е.С. Исследование, оценка и выбор параметров технического состояния двигателей при их контроле и прогнозировании // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 104. С. 1057-1076.
10. Шевцов Ю.Д., Кабанков Ю.А., Федотов Е.С. Определение периодичности технического обслуживания двигателей внутреннего сгорания по значению параметров систем смазки // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". 2014. № S6. С.348-353.

Сведения об авторах:

Федотов Евгений Сергеевич – старший преподаватель кафедры автосервиса и материаловедения, КубГТУ, г.Краснодар;

Тагиев Руслан Суфудинович – старший преподаватель кафедры автосервиса и материаловедения, КубГТУ, г.Краснодар;

Харьков Сергей Владимирович – студент КубГТУ, г. Краснодар;

Москаленко Максим Борисович – студент КубГТУ, г. Краснодар.