

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ПОДШИПНИКОВ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ

В работе приведены результаты экспериментальных исследований условий работы подшипников коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания. Описана методика измерения действительного расхода масла с 3-й шатунной шейки на работающем двигателе. Установлено, что действительный расход в области давлений от 0,3 МПа ниже достижимого (потребного). Выявлен эффект «пульсации» масляного потока с 3-й шатунной шейки. Эти факторы могут быть причинами проворачивания шатунных шеек.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, коленчатый вал, подшипник, вкладыш, система смазки, давление, расход масла.

Условия смазки подшипников коленчатого вала определяются конструкцией и эксплуатацией системы смазки двигателя. Однако, расчеты системы смазки недостаточно точно показывают, какое давление масла необходимо для смазки шатунных подшипников, а также режимы работы двигателя, при которых шатунные подшипники не испытывают масляного голодания [1 - 4].

Анализ проворачивания шатунных вкладышей коленчатого вала и отложений в полостях шатунных шеек [1] дизелей КамАЗ-740 свидетельствует о том, что через шатунную шейку, на которой произошло проворачивание вкладышей, проходило меньшее количество масла. Следовательно, фактором, способствующим проворачиванию вкладышей, является снижение расхода масла через шатунный вкладыш.

Для определения расхода масла была разработана методика исследования, суть которой заключалась в одновременном измерении действительного расхода масла с 3-й шатунной шейки и того количества масла, которое могут пропустить подшипники 1-й шатунной шейки при одинаковых условиях с номинальными зазорами (0,09-0,10мм). Исследования проводили на двигателе КамАЗ-740 [5]. Перед испытаниями произведена доработка коленчатого вала. В коленчатом вале двигателя глушился масляный канал 1-й коренной шейки установкой в канал заглушки 1 (рисунок 1), в результате чего в 1-ю шатунную шейку масло подается снаружи.

На передний фланец коленчатого вала устанавливалась полумуфта (рисунок 2), на которую крепился штуцер, обеспечивающий подвод масла к шатунным подшипникам по оси коленчатого вала. В масляном насосе блокировал-

ся дифференциальный клапан для обеспечения максимально возможного давления масла.

К фильтру полной очистки масла (рисунок 3) в области чистого масла крепился штуцер с краном слива, манометр давления масла, маслопровод, соединенный с полумуфтой коленчатого вала и с включенным счетчиком расхода масла ШЖУ-25М.

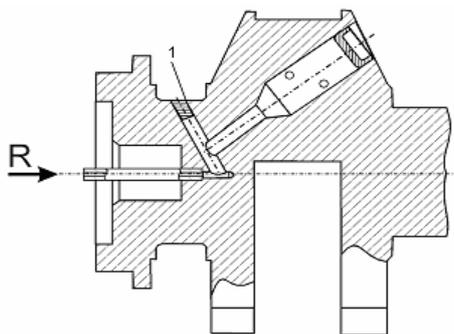


Рисунок 1. Схема подвода масла по оси коленчатого вала для замера потребного расхода через шатунные подшипники 1 шейки (основной канал 1 заглушен)



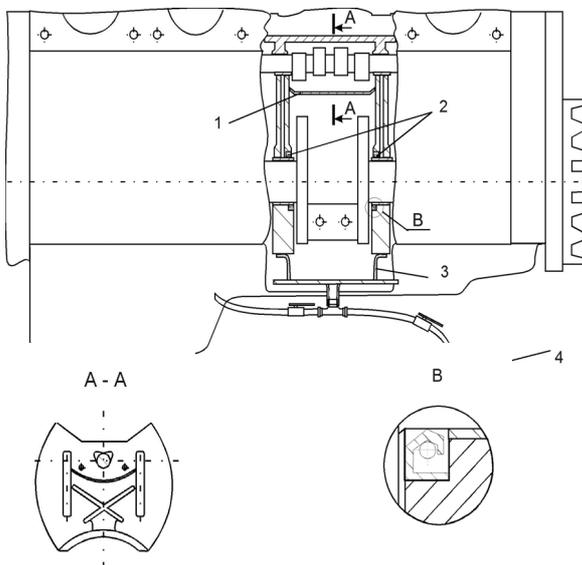
Рисунок 2. Подвод масла к 1-й шатунной шейке по оси коленчатого вала из системы смазки двигателя через внешний масляный канал

Для осуществления замеров расхода масла, идущего на слив с 3-й шатунной шейки в блоке цилиндров в районе 3-го и 4-го коренных опор, создали изолированный «отсек» (рисунок 4).

При этом с целью исключения попадания масла в этот изолированный «отсек» с 3-й и 4-й втулок распределительного вала между перегородками блока цилиндров закрепили металлическую пластину (поз. 1), и на опорах 3-й и 4-й коренных шеек коленчатого вала установили уплотнительные манжеты (поз. 2). В нижней части блока между 3-м и 4-м коренными опорами смонтировали изолированный поддон (поз. 3), сливную трубку которого вывели через основной поддон двигателя наружу. В результате этих доработок в изолированном поддоне собиралось только



Рисунок 3. Отбор масла с фильтра для подвода к 1-й шатунной шейке по внешнему трубопроводу (справа) и регулирование величины давления принудительным сливом (слева) на работающем двигателе



1 – металлическая перегородка; 2 – уплотнительная манжета; 3 – поддон; 4 – мерная емкость

Рисунок 4. Схема измерения действительного расхода масла с 3-й шатунной шейки на работающем двигателе

масло, поступившее через шатунные подшипники 3-го и 7-го цилиндров двигателя.

Расход масла через шатунные подшипники 3-го и 7-го цилиндров определяли замером объема масла, поступившего за 1 минуту из изолированного поддона (поз. 3) в мерную емкость (поз. 4), на различных режимах работы двигателя.

Двигатель КамАЗ-740 был установлен на испытательный стенд фирмы «AVL», оснащенный гидротормозом фирмы «SCHENCK». Испытательный стенд укомплектован необходимым оборудованием и аттестованными приборами в соответствии с требованиями ГОСТ 14846-81.

Перед сборкой двигателя проводилось микрометрирование по диаметру 1-й шатунной шейки. На первом этапе определения расхода масла через шатунные подшипники зазор в них составлял 0,09 мм по 1-й и 0,10 мм по 3-й шатунным шейкам.

Двигатель был заправлен маслом М 10 ДМ, кран регулировки давления открыт полностью. После запуска двигателя, его прогрева регулировкой вентиля крана устанавливали давление в системе смазки $P = 0,2$ МПа. Снимали скоростную внешнюю характеристику двигателя, записывая все показания приборов и датчиков, а также показания расходомера ШЖУ-25М. Далее поднимали давление в системе смазки до $P = 0,3$ МПа и снимали скоростную характеристику. Так повторяли испытания, постепенно поднимая давление в системе смазки краном слива до $P = 0,7$ МПа.

Полученные результаты показаны на графиках (рисунки 5 и 6), на которых видно, что действительный расход в области давлений от 0,3 МПа ниже достижимого (потребного). Необходимо также отметить, что при измерениях масла с 3-й шатунной шейки выявлен эффект «пульсации» масляного потока, стекающего из отсека [2].

Эффект «пульсации» представляет собой периодическое увеличение интенсивности истечения масла через определенные промежутки времени, продолжительность интенсивного потока составляет 3-4 секунды. Данная пульсация наблюдалась на частоте вращения коленчатого вала двигателя, начиная с 1600 мин^{-1} и выше, в области перегиба графика действительного расхода и пересечения с графиком потребного расхода (рисунок 7).

При давлениях в системе смазки выше, чем точки перегиба происходит заполнение шатун-

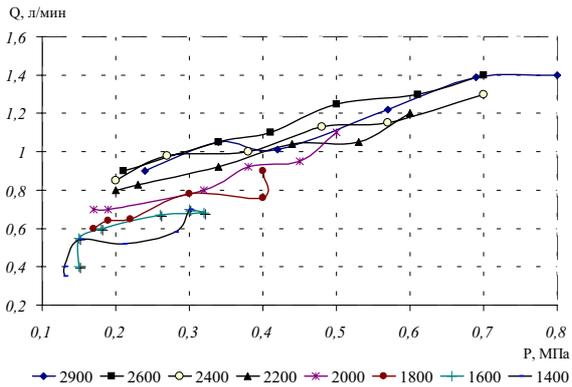


Рисунок 5. Зависимость достижимого расхода масла через шатунные подшипники 1-го и 5-го цилиндров (1-я шатунная шейка) на различных оборотах (об./мин.) двигателя при подводе масла по оси коленчатого вала и номинальных зазорах (0,09 мм) при температуре масла 90+5 °С

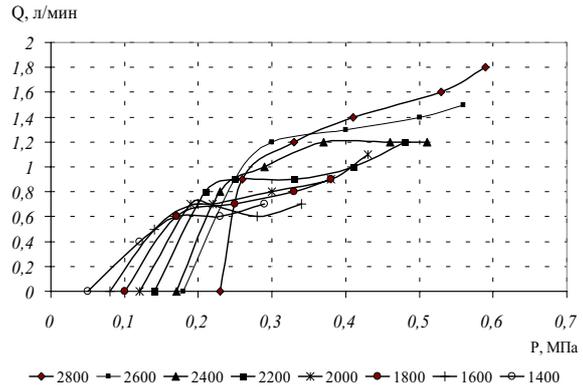


Рисунок 6. Действительный расход масла через шатунные подшипники 3-го и 7-го цилиндров двигателя (3-я шатунная шейка) с номинальными зазорами (0,1 мм) на различных оборотах и давлениях в системе смазки при температуре масла 90+5 °С

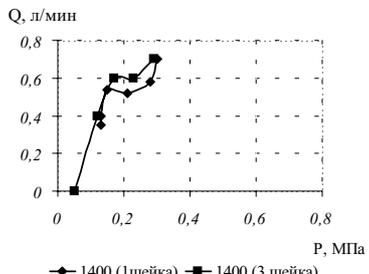
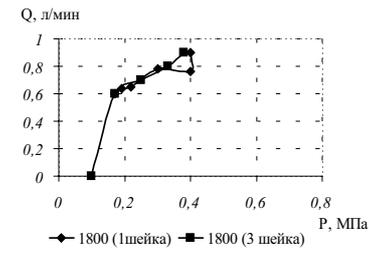
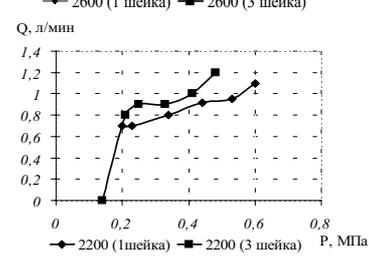
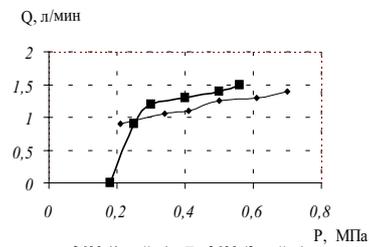
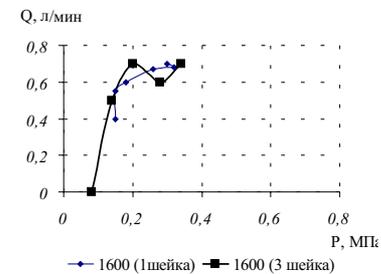
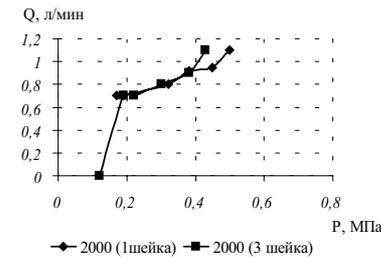
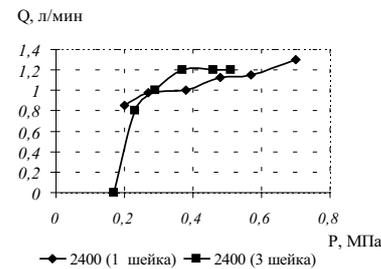
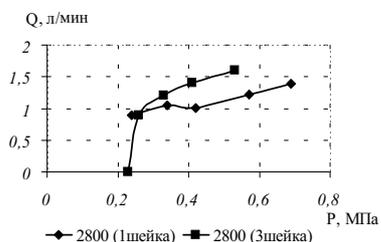


Рисунок 7. Диаграммы действительного (3-я шейка) и потребного (1-я шейка) расходов масла через шатунные подшипники одной шейки на различных оборотах при одновременном измерении на работающем двигателе

ной полости маслом. Причем, в интервале давлений между состоянием, когда полость пуста и заполнена, обнаружен режим периодического заполнения и опорожнения полости. Этот режим происходит, очевидно, при знакопеременном балансе расхода масла из шатунной полости через подшипники и притока в нее.

Результаты исследований могут быть использованы при расчете и совершенствовании конструкции системы смазки двигателей для исключения эффекта масляного голодания шатунных подшипников на эксплуатационных режимах, а также разработки системы технического диагностирования двигателей.

07.11.2011

Список литературы:

1. Кулаков, А.Т. Анализ причин эксплуатационных разрушений шатунных вкладышей двигателей КамАЗ-740 / А.С. Денисов, А.Т. Кулаков // Двигателестроение, 1981, № 9. - С. 37-40.
2. Смирнов, В.Г. Повышение долговечности деталей автомобильных двигателей за счет совершенствования конструкции систем смазки / Б.Н. Лучинин, В.Г. Смирнов. – М.: НИИНавтопром, 1980. – 59 с.
3. Григорьев, М.А. Исследование распределения потока масла в автомобильном двигателе / В.Г. Смирнов, М.А. Григорьев. – В сб.: Труды НАМИ. Вып. 117. М.; 1979.
4. Григорьев, М.А. Баланс распределения масла по потребителям в системе смазки автомобильных двигателей / В.Г. Смирнов, М.А. Григорьев // Труды семинара по очистке воздуха, масла и топлива с целью увеличения долговечности двигателей. Вып. 10, кн.1, М.: ОНТИ. С.83-89.
5. Автомобили КамАЗ. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту. М.: В/О Автоэкспорт. – 415 с.

Сведения об авторах:

Кулаков Александр Тихонович, заведующий кафедрой эксплуатации автомобильного транспорта Камской государственной инженерно-экономической академии, доктор технических наук, профессор
e-mail: altrak09@mail.ru

Денисов Александр Сергеевич, профессор кафедры сервис транспортных систем Камской государственной инженерно-экономической академии, доктор технических наук
e-mail: denisov0307@yandex.ru

Макушин Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации автомобильного транспорта Камской государственной инженерно-экономической академии
e-mail: alma9497@mail.ru

Барыльникова Елена Петровна, старший преподаватель кафедры эксплуатации автомобильного транспорта Камской государственной инженерно-экономической академии
e-mail: 692401@mail.ru

423810, г. Набережные Челны, проспект Мира, 68/19

UDC 629.113.004.67

Kulakov A.T., Denisov A.S., Makushin A.A., Barylnikova E.P.

Kama state academy of engineering and economics, e-mail: altrak09@mail.ru

RESEARCHING OF ENGINE CRANKSHAFT BEARINGS WORKING CONDITIONS

The paper presents results of experimental investigations of working conditions crankshaft bearings of internal combustion engine. A technique for measuring the actual flow of oil from the third cervical to crank the engine running. It is established that the actual consumption in the pressure of 0,3 MPa below the attainable (demand). The effect of «pulsations» of oil flow from the third crank neck. These factors may be reasons for turning the crank journals.

Keywords: internal combustion engine, crankshaft, bearing, liner, pressure, lubrication consumption