

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СМАЗЫВАНИЯ И СМАЗКИ ТРИБОСОПРЯЖЕНИЙ ДВС ПРИ ЕГО ПУСКЕ

Курлыков Д.А., Кубич В.И.

Национальный университет «Запорожская политехника» (Украина)

Введение. Система смазывания является одной из важнейших систем двигателя внутреннего сгорания. Это обусловлено тем, что агрегаты системы обеспечивают формирование и поддержание несущей способности стойких масляных структур, которые непосредственно лимитируют ресурс его работы в целом. Однако, качество смазывания трибосопряжений во время быстротечных режимов работы двигателя имеет ряд особенностей [1]. Изучение трибологической составляющей, путем моделирования пуска, демонстрирует, что запаздывание подачи свежей порции моторного масла к узлам трения ведет к неминуемому разрушению масляных пленок и возникновению режимов масляного голодания. Поэтому, для снижения влияния негативных факторов, которые возникают в системе смазывания, существуют различные направления «нормализации» рабочих процессов на быстротечных режимах работы двигателя.

Целью работы является систематизация сведений относительно улучшения смазывания и смазки трибосопряжений механизмов и систем ДВС при его пуске.

Результаты обработки информации и их обсуждение. Для систематизации методов и современных тенденций в области повышения качества смазывания на режиме пуска проведены патентные исследования. Детальный анализ патентной информации на изобретения и полезные модели дал возможность определить, что на сегодняшний день следует выделить четыре основных направления повышения качества смазывания (рис.1).



Рисунок 1. Направления по улучшению смазывания трибосопряжений ДВС при пуске

Направление 1. Кинематическая связь между масляным насосом и коленчатым или распределительным валом позволяет регулировать количество моторного масла, которое поступает к узлам трения на различных режимах работы двигателя, кроме пуска. Это вызвано тем, что пусковые частоты вращения валов настолько малы, что масляный насос не может создать необходимое давление для качественной подачи масла. Тем самым делая пуск самым благоприятным для возникновения интенсивного изнашивания поверхностей трибосопряжений. Для компенсации данного конструктивного недостатка системы смазывания предлагается использовать системы предпусковой прокачки моторного масла. В работах [2, 3] обеспечить предпусковое прокачивание моторного масла к трибосопряжениям двигателя предлагается путем установки дополнительного масляного насоса с электронным управлением, который будет работать независимо от основного насоса и при включении замка зажигания приводится в действие от АКБ. Также, помимо насосов, устанавливают систему клапанов и дополнительные магистрали питания. Для повышения качества

управління електронасосом могут устанавливаться микроконтроллеры и датчики, которые, фиксируя дополнительные параметры, позволяют поддерживать благоприятные условия работы трибосопряжений двигателя на всем этапе пуск – готовность к принятию нагрузки.

К общим недостаткам данного направления следует отнести усложнение конструкции двигателя за счет установки дополнительной системы, увеличение нагрузки на АКБ, так как прокачивание будет происходить при неработающем двигателе. Следует отметить, что практически во всех системах отсутствуют дублирующие контуры, имеются несовершенства программного обеспечения, отсутствует дополнительная синхронизация новой системы со штатными системами двигателя, для предотвращения пуска, пока не будет закончено предпусковое заполнение системы маслом.

Направление 2. К одному из самых простых направлений в области повышения качества смазывания на режиме пуска следует отнести приготовление антифрикционных масляных композиций, путем добавления к стандартным моторным маслам различных присадок. В качестве присадок такие производители как REMOL-2, HADO, LIQUIMOLY широко применяются различного рода ревиталезанты, ремиталезанты, геомодификаторы, атомарные кондиционеры металлов и т.д. Принцип действия данных присадок практически идентичный. Введенная порция активных веществ (АВ), вовремя установившихся режимов работы двигателя распространяется по системе смазывания и путем избирательного массопереноса осаждается (налипает) на различные поверхности. Новообразованная масляная композиция оказывает по отношению к парам трения антифрикционный эффект, который позволяет снизить коэффициент трения и повысить несущую способность масляных образований. Коренным отличием присадок одних производителей от других является состав АВ. Так, например, в REMOL-2 [4] для создания масляной композиции в моторное масло добавляют мелкодисперсные частицы меди, которая снижает коэффициент трения в трибосопряжениях двигателя и тем самым повышает несущую способность масляных пленок [1]. Масляные композиции, приготовленные на основе дисульфида молибдена MoS_2 также реализуют в парах трения антифрикционный эффект. Благодаря тому, что MoS_2 в составе масла образует ламинарную (слоистую) структуру на поверхностях трения, данная прослойка гарантированно исключает непосредственный контакт пар трения.

К недостаткам рассматриваемого направления следует отнести ограниченное время действия АВ. Достаточно сложным при этом является прогнозирование периодичности обновления АВ, так как признаков свидетельствующих о прекращении действия присадок нет. Прекращение действия присадок проявляется лишь каскадным ухудшением показателей работы двигателя, на которые масляная композиция оказала положительный эффект.

Направление 3. Одним из направлений, которое позволяет снизить негативное влияние пусковых износостепенных процессов на этапе пуска и пуск – готовность к принятию нагрузки, является предпусковой подогрев моторного масла. Данный метод позволяет подвести подогретое моторное масло к холодным деталям двигателя, создавая более благоприятные условия для образования масляных пленок на поверхностях трения, снизить время подготовки двигателя к принятию нагрузок и облегчить пуск холодного двигателя в условиях отрицательных температур. Принцип предпускового подогрева моторного масла реализуется путем установки дополнительного нагревательного блока, с саморегулирующимся позисторным элементом [5]. Подобный блок устанавливается на каждую опору коленчатого вала и при подводе масла к подшипникам скольжения происходит мгновенное подогревание моторного масла до температуры 120...160°C. Нагревательные элементы автоматически начинают нагреваться с включением бортовой сети и достигают рабочей температуры в течение нескольких секунд. Далее, автоматически происходит переключение на режим минимального потребления энергии только для поддержания рабочей температуры. Еще одним способом реализовать предпусковой подогрев моторного масла предлагается установкой дополнительного пускового двигателя, который в процессе работы будет обогревать картер (поддон) выхлопными газами [6].

К общим недостаткам рассматриваемого направления следует отнести как и в предыдущем направлении: усложнение конструкции, увеличение нагрузки на систему электропитания, повышение стоимости двигателя, усложнения технического обслуживания и ремонта, неоднородность прогревания общего объема масла и его коксования на поверхностях контакта нагревателя.

Направление 4. Предложенное направление может быть использовано для создания негорючих смазок узлов трения машин, в том числе быстроходных и тихоходных двигателей. Для смазывания узлов трения часто применяют известные минеральные, полусинтетические и синтетические масла. Наряду с очевидными преимуществами они обладают и существенными недостатками. Потери трения для таких масел в узлах трения многих машин весьма высоки, а их теплоемкость невелика, что приводит к возникновению высоких температур масла и деталей опор трения. Поэтому разработка и применение смазочных материалов, свободных от указанных недостатков, например, с использованием водных растворов высокомолекулярных соединений (полимеров, сополимеров, олигомеров и их смесей) вместо углеводородной основы является весьма перспективным направлением. Их неньютоновские характеристики таковы, что при малых скоростях относительной деформации она имеет высокую вязкость и, наоборот, при высоких скоростях низкую [7].

Главным недостатком известных составов неньютоновских жидкостей является высокая коррозионная активность по отношению к конструкционным материалам, связанная с применением воды в качестве основы, малая теоретическая изученность направления и отсутствие экспериментальных исследований по моделированию работы трибосопряжений с применением их в качестве смазочного материала.

Вывод. Результаты патентных исследований позволили определить, что улучшение процессов смазывания при пуске двигателя является весьма актуальной проблемой. Большое количество предложенных систем свидетельствует о том, что на сегодняшний день однозначного способа для решения исследуемого вопроса нет. Каждое из рассмотренных направлений только частично позволяет улучшить процессы смазывания и снизить пусковые износы. Конструктивное исполнение большинства систем не учитывают значительное количество параметров, которые в свою очередь могут значительно повлиять на рабочие процессы в системе смазывания. Исходя из полученных результатов, следует отметить, что предпусковое прокачивание является самым результативным, так как в любом случае позволит обеспечить наличие смазочного материала в трибосопряжениях двигателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кубіч В.І. Стан трибологічної системи «ВЧ50 - моторна олива - АО20-1» в умовах недостатнього мащення /В.І. Кубіч, Д.А. Курликов, М.М. Марущак// Проблеми тертя та зношування. №4(77). 2017. С.48-60.
2. Патент № 2043510 Российская Федерация, Устройство для предпусковой смазки ДВС/ А.Г. Дмитриев; патентообладатель А.Г. Дмитриев - заявл. 11.03.1991; опубл. 10.09.1995.
3. Патент № 125387 Україна, Електромеханічна система змащування ДВЗ/ Ю.В. Шабатура, В.Я. Гера - власник Ю.В. Шабатура, В.Я. Гера - заяв. 27.11.2017; публік. 10.05.2019; Бюл. № 9.
4. Патент № 49857 Україна, Мазильна композиція/ Л.П. Мальота ; - власник Л.П. Мальота - заяв.14.05.1998; публік. 15.10.2002; Бюл. № 10.
5. Патент № 71651 Україна, Пристрій для полегшення пуску ДВЗ/ Ю.С. Бородин, О.В. Грицюк, В.Г. Кондратенко, Д.В. Демиденко; - власник КП "Харківське КБ з двигунобудування" - заяв. 14.06.2002; публік. 15.12.2004; Бюл. № 12.
6. Патент № 2182235 Российская Федерация, Устройство для облегчения запуска ДВС/ И.А. Захаров, В.Д. Лукин, С.К. Рахимов, А.В. Даренских; патентообладатель ОАО "НИИА" - заявл. 30.03.2004; опубл. 20.03.2006; Бюл. № 8.
7. Патент № 2098463 Российская Федерация, Негорючая неньютоновская смазочная жидкость/ Л.Д. Паценкер, А.П. Шкумат; заявитель и патентообладатель ООО "Гидромеханика" - заявл. 27.12.1994; опубл. 10.12.1997.