

О ПЕРСПЕКТИВАХ АКТИВАЦИИ ТОПЛИВ И МАСЕЛ ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ ПРИ ОЧИСТКЕ В ЦЕНТРОБЕЖНОМ СЕПАРАТОРЕ

О.П. Радченко, инженер, Керченский морской технологический институт, г. Керчь, Украина

В кривошипно-шатунном механизме (КШМ), топливной аппаратуре (ТА) и других узлах ДВС ряд элементов работают в режиме граничного трения. В условиях граничного трения существование на поверхностях граничных адсорбированных и ориентированных слоев смазывающего материала может быть наиболее благоприятным для повышения износостойкости и стабильности работы. Триботехническая модель слоев смазки в паре трения представлена на рис. 1. Такие слои образуются активированными молекулами смазывающего вещества: масла – в КШМ, топлива – в топливной аппаратуре, их механическая прочность позволяет выдерживать давление до 100 МПа [1].

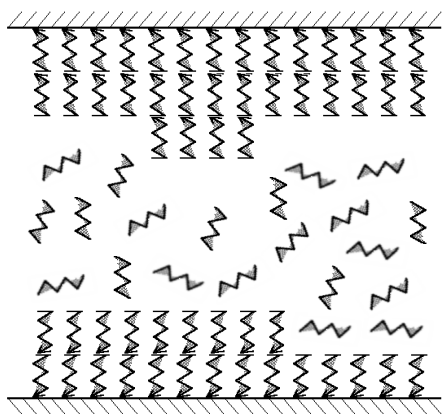


Рис. 1. Триботехническая модель в слое смазочного материала

Граничный слой образуется в результате взаимодействия активных элементов смазочного материала с поверхностью трения. Такими активными компонентами в используемых в судовых энергетических установках нефтепродуктах могут быть специальные присадки, примеси, продукты химических реакций и др. На первом этапе образования анизотропных (ориентированных) слоев между поверхностью детали трения и молекулами активных компонентов происходит физическая адсорбция, так образуется первый – адсорбционный - слой. Такой процесс происходит бла-

годаря наличию активной конечной группы молекулы смазывающего материала, которая обеспечивает адгезию (молекулярное прилипание) молекулы к поверхности металла – элемента трения. Активная конечная группа дополняет неактивный углеводородный радикал в молекулах нефтепродукта, она может быть карбоксильной – COOH , гидросильной – OH , а также некую полярность могут приобретать области двойных связей. Благодаря полярности молекул активного компонента смазывающего материала происходит образование и ориентация второго и последующих анизотропных слоев. Безусловно, что это возможно при наличии молекул с активной конечной группой. Граничные слои, состоящие из нескольких монослоев смазывающего вещества, имеют квазикристаллическое строение и обладают анизотропными свойствами: высокая прочность при сдвиге и малая прочность на сдвиг. Это в свою очередь значительно улучшает смазывающие свойства материала. Более того, в зонах взаимодействия прецизионных элементов топливной системы ДВС таких как распылитель форсунки и плунжерная пара ТНВД анизотропные пристенные слои в сопряженной паре проявляют расклинивающий эффект [1], предотвращая непосредственный контакт твердых поверхностей.

Топлива и смазочные масла, применяемые в судовых энергетических установках, могут образовывать граничную фазу квазикристаллической структуры толщиной до 0,1 мкм. Для увеличения количества молекул, обладающих активной группой, иногда применяется активация нефтепродукта. Один из способов активации заключается в соударении струи нефтепродукта с металлической поверхностью.

До активизации большинство молекул, способных участвовать в образовании квазикристалла, уже имеют адгезионный контакт с различными примесями. Тра-

диционно они вместе с примесями удаляются из нефтепродукта при сепарации или другой очистке.

При активации же энергия удара разрывает адгезионный контакт и освобождает тем самым поляризованные молекулы от неэффективной, с точки зрения смазки, связи. Далее активированные таким образом молекулы, попадая в зону граничной смазки, участвуют в создании квазикристаллической решетки граничных слоев.

Известно, что на периферии полости барабана центробежного сепаратора скапливаются взвешенные ранее в нефтепродукте мелкие частицы различных примесей. Свободно движущиеся, автоматически балансирующие ротор сепаратора шары также могут располагаться в этой области (рис. 2). Исследования динамики и эффективности действия свободно движущихся шаров описываются в работах с участием автора [2, 3].

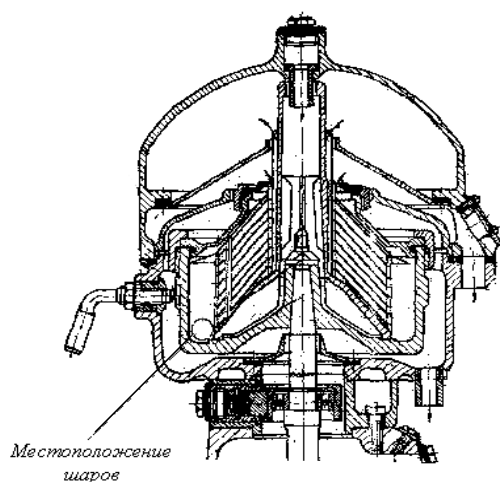


Рис. 2. Расположение автобалансирующих шаров в центробежном сепараторе СЦ-1,5

Примеси, содержащиеся в сепарируемом нефтепродукте, сконцентрированные в результате процесса сепарации в районе движения шаров, являются носителями молекул активных компонентов нефтепродукта. Это обусловлено установленными ранее адсорбционными связями, разрушение которых и является целью активации. Освобожденные от этой связи после соударения с шаром активные молекулы испытывают значительную центростремительную силу, выталкивающую их из зоны тяжелых фракций к оси вращения – в зону чистого нефтепродукта согласно с принципами центробежной сепарации. В очищенном нефтепродукте содержание примесей значительно

ниже. Следовательно, вероятность установления новой молекулярной связи активной молекулой до попадания в зону граничной смазки уменьшается.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что при описанном способе расположения шаров, представляющих собой автоматическое балансирующее ротор сепаратора нефтепродуктов устройство, дополнительным эффектом действия шаров может стать процесс активации молекул сепарируемой жидкости. При этом специфика процесса сепарации в агрегате может значительно увеличить эффективность активации, благодаря сосредоточению примесей (накопителей активных молекул) в зоне действия шаров, быстрому выведению из этой зоны активированных молекул и снижению вероятности повторного установления нежелательного адсорбционного контакта.

В настоящем исследовании проведены эксперименты, позволяющие качественно определить возможность проведения процесса активации топлива при сепарации. Эксперимент проводился в условиях действующей судовой энергетической установки.

Опытная установка (рис. 3), использованная в работе, состояла из распылителя форсунки двигателя Sulzer 6AL 20/24, температура которого поддерживалась нагревательным элементом около 80°C , электромагнитной катушки, которая с частотой 6 Гц могла обеспечить возвратно-поступательное движение иглы распылителя с ходом 2 мм, специально разработанных блока питания и преобразователя сигнала силы тока, а также персонального компьютера с аналого-цифровым преобразователем. Установка позволяла измерять силу тока необходимую, для движения иглы электромагнитным приводом. Таким образом, подавая к распылителю из бака под гидростатическим давлением 10 кН/м^2 топливо, прошедшее обычную сепарацию в первом случае, и топливо после очистки сепаратором, снабженным шарами, во втором, можно было путём сравнительного анализа результатов определить влияние изменений в топливоподготовке на работу распылителя, а конкретнее, на силу трения в прецизионной паре.

Путем предварительной градуировки была определена зависимость тягового усилия от силы тока, на

основании которой проводился пересчет фиксируемой компьютером силы тока в силу трения, испытываемую иглой при подъеме.

Эксперимент проводился следующим образом. К выведенному на должный температурный режим распылителю подавалось топливо и включался электромагнитный привод иглы, после нескольких десятков предварительных ходов иглы включалась запись колебаний силы тока в цепи катушки привода. Таким образом фиксировалось 180 колебаний иглы.

Результат эксперимента показан в виде зависимостей, изображенных на рис. 4. Зависимости отображают распределение количества пиковых значений сигнала от силы трения в паре, пересчитанной исходя из силы тока. Построение гистограмм проводилось согласно нормальному закону распределения. Из графиков видно, что в опыте с активированным топливом (*кривая 1*) сила трения в паре игла-распылитель в среднем на 25% меньше, чем при использовании топлива сепарированного обычным методом (*кривая 2*). Более выраженная пикообразность графика говорит о том, что работа прецизионной пары с активизированным топливом более стабильна по сравнению с обычными условиями. Это вызвано улучшением смазывающих свойств активированного топлива.

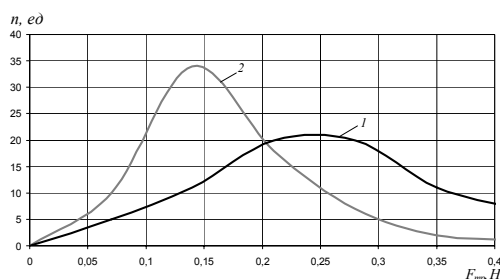


Рис. 4. Гистограммы распределения количества ходов иглы распылителя

Подготовка топлива осуществлялась на сепараторе СЦ-1,5 при наличии 15 стальных шаров массой 6 г каждый в полости барабана, при этом производилась автобалансировка и наблюдалось снижение виброскорости агрегата на 20%. Активированное топливо подавалось к экспериментальному стенду сразу после обработки в сепараторе.

Таким образом, по результатам исследований можно сделать следующие выводы. Теоретически представляется возможным проводить процесс активации сепарируемого в центробежном сепараторе нефтепродукта непосредственно во время сепарации в полости барабана путем механического воздействия. Доказано экспериментом, что воздействие шаров автобалансира, находящихся во время работы сепаратора в одной полости с очищаемым топливом, действительно приводит к снижению трения в элементах, смазываемых этим топливом. Тем самым доказывается возможность принципиального улучшения топливоподготовки (очистки масла) в центробежном сепараторе путем придания агрегату способности комплексной обработки нефтепродукта: одновременной очистки и активации жидкости.

Литература

1. Поповский Ю.М., Ханмамедов С.А., Заболотский Ю.В. Связь ориентационной упорядоченности в пристенных слоях углеводородных жидкостей со «смазочной способностью» // Вопросы физики формирования и фазовых превращений.— Калинин, 1989.— С. 49 -57.
2. Горбенко А.Н., Радченко О.П. Математическая модель ротора центробежного сепаратора с шариковым автобалансиrom // Механизация производственных процессов рыбного хозяйства, промышленных и аграрных предприятий. Сб. науч. тр.— Керчь: КМТИ.— 2001.— Вып. 1.— С. 49-52.
3. Горбенко А.Н., Радченко О.П. Результаты экспериментального исследования автобалансировки ротора судового центробежного сепаратора шариковым автобалансирующим устройством // Авиационно-космическая техника и технология: Сб. науч. тр.— Харьков: ХАИ, 2002.— Вып. 31. Двигатели и энергоустановки.— С. 109-110.

Поступила в редакцию 03.06.03.

Рецензенты: д-р техн. наук, профессор А.П. Кудряш, ИПМаш НАНУ, г. Харьков; канд. техн. наук, доцент Н.А. Креслинг, Морской торговый порт, г. Керчь.