

УДК 665.6

О.Ю. ЕФАНОВА, ст. преп. (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)
В.О. РОСТОВЦЕВ, ст. преп. (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)
А.Б. КАРПОВ, ассистент (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)
г. Москва

ПРИМЕНЕНИЕ СТА-АНАЛИЗА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ САЖИ В МОТОРНЫХ МАСЛАХ

Крупнейшие автомобильные производители столкнулись с тем, что требуются увеличенные интервалы замены масла для сокращения расходов на техническое обслуживание дизельных двигателей. Качество дизельного топлива и условия применения оказывают прямое влияние на ресурс работы масла. Однако увеличение интервалов замены масла приводит к увеличению уровня загрязнений и большей деградации масла, ведь при наших условиях эксплуатации (грязь, пыль, снежные заносы), масло очень быстро теряет свои свойства.

Для дизельных двигателей на первый план выходят содержание продуктов неполного сгорания топлива, в частности сажи. Стоит отметить, что сажа из выхлопной системы и сажа в масле имеет неоднородный состав и различное содержание углерода. В саже, которая содержится в масле, 90% углерода и 6% кислорода, а в саже из выхлопной системы около 55% углерода и 20% кислорода [1].

Из всей сажи, которая выработана двигателем, только 30% будет удалено через выхлопную систему. Остальные 70% останутся в масле, на стенках цилиндра, на поршне и т.д.

Проблемы с износом двигателя также возникают из-за требований к экономии топлива и производительности, а также снижения потребления масла, что приводит ко множественным контактам компонентов в двигателе, работающем при более высоких нагрузках с более тонкой смазочной пленкой. Проблема увеличения содержания сажи или твердых частиц менее 10 мкм в диаметре может быть частично решена путем изучения механизма образования и накопления сажи во время сжигания топлива и изучения того, как имеющееся количество, которое влияет на работу двигателя.

Большинство современных дизельных двигателей работают с непосредственным впрыском топлива. Сжигание начинается вблизи точки впрыска и горение происходит очень быстро в виде диффузионного пламени. В этот момент воздух и топливо образуют обедненную смесь или смесь очень богатую топливом, вызывая очень высокий уровень сажи из-за неполного сгорания углеводородов. После диффузионного горения процесс горения проходит через остальную камеру сгорания путем высоко-

температурного сжигания. Это горение приводит к образованию большого количества частиц сажи.

Концентрация образующихся частиц сажи увеличивается с увеличением отношения воздух-топливо. Когда соотношение воздух-топливо приближается к стехиометрическому (14,5 для дизельного топлива), скорость образования сажи резко возрастает.

Чтобы исследовать содержание сажи в маслах дизельных двигателей предложен метод определения с применением синхронного термического анализа (СТА). СТА-анализ представляет собой метод исследования физико-химических и структурных превращений, происходящих в веществе при изменении его температуры.

Только с помощью этого метода при программируемом нагреве образца можно определить содержание углеродистых структур, а также температуры и теплоты их выгораний в такой сложной системе сажа-масло. Таким образом, обнаруживают характер термических эффектов, происходящих при сгорании минерального масла, содержащего частицы сажи, а также температурный интервал происходящих изменений.

Первоначально определяется потеря веса, возникающая при нагревании образца и испарении масла и других летучих веществ в инертной среде. В следствии чего в образце остается только сажа и другие твердые остатки, образующиеся при разложении масла. Переключение продувочного газа на кислород приводит к сжиганию сажи, присутствующей в образце.

Расчет содержания сажи проводится по потере веса, после переключения продувочного газа при 650 °С (рисунок 1).

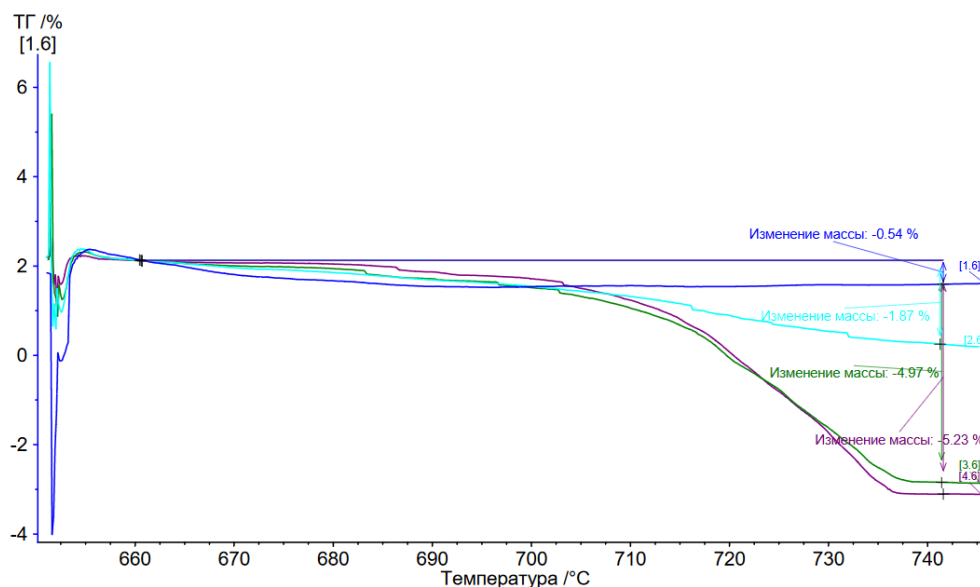


Рисунок 1 — ТГ-кривые и расчет содержания сажи при разном содержании сажи в масле VHVI-4

По полученным данным построен график зависимости изменения удельной теплоемкости различных марок масел с сажей. Результаты приведены на рисунке 2.

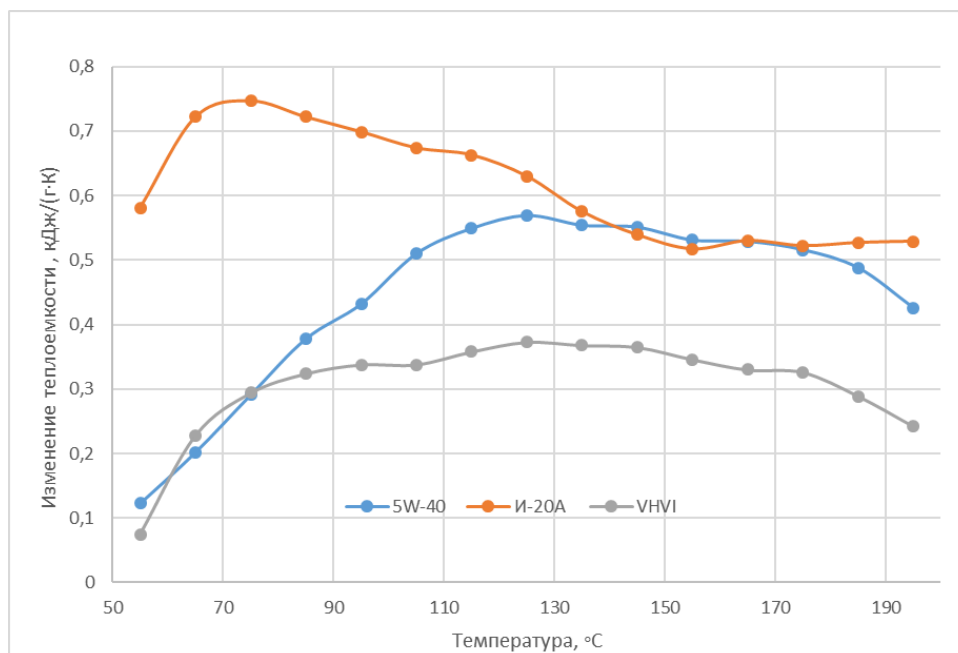


Рисунок 2 – График зависимости изменения удельной теплоемкости различных марок масел с сажей

Из графика видно, что наименьшее значение и наименьшее изменение удельной теплоемкости у масла VHVI. Это можно объяснить тем, что состав масел гидрокрекинга однородный. Рост удельной теплоемкости масла 5W-40 можно охарактеризовать тем, что моюще-диспергирующие присадки в масле образуют мицеллы в объеме масла и удерживают во взвешенном состоянии частицы сажи. Масло И-20А характеризуется неоднородностью химического состава и отсутствием пакета присадок.

Прогнозирование содержания сажи в маслах дизельных двигателей методом СТА-анализа позволит увеличить ресурс работы двигателя и сократить негативное воздействие на окружающую среду.

Список литературы:

1. Глазов Г.И., Ефанова О.Ю., Брыгалина Е.В., Макова А.А. Построение математической модели моторное масло-сажа // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2017. № 4. С. 31-34.