

УДК 665. 75.035.5

КИНЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ХИМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ТОПЛИВ ДЛЯ РЕАКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Л.А. ВЛАСЕНКОВА, К.В. ШАТАЛОВ, С.В. ШИШАЕВ

Показана необходимость изучения химической стабильности топлив для реактивных двигателей, имеющих в своем составе гидрогенизационный компонент. Предложен кинетический метод оценки химической стабильности топлив для реактивных двигателей.

Ключевые слова: топливо для реактивных двигателей, химическая стабильность.

С момента получения на нефтеперерабатывающем заводе до момента использования в двигателе топливо постоянно контактирует с внешней средой, при этом компоненты углеводородных топлив подвергаются окислению кислородом воздуха. Окисление компонентов топлива способствует появлению в его составе соединений, ухудшающих его эксплуатационные свойства. Устойчивость углеводородных топлив к изменению своего состава под действием кислорода воздуха и внешних условий характеризует его стабильность в условиях хранения, транспортирования и применения [1].

Существующие представления о склонности топлив для реактивных двигателей к окислению были сформированы на основании исследований образцов топлив однокомпонентного состава (100% прямогонная и 100% гидроочищенная фракция с присадками). Основной тенденцией производства современных топлив для реактивных двигателей является активное применение фракций гидроочистки, гидродемеркаптанализации и гидрокрекинга. Широкое вовлечение в производство нефтепродуктов высокосернистых нефтей требует применения процессов гидрогенизации для получения товарных топлив с надлежащим уровнем качества. Преследуя эту цель, производители используют гидрогенизационный компонент для выпуска топлива ТС-1, в классическом понимании представляющего собой 100% прямогонное топливо.

Изменения в компонентном составе топлив для реактивных двигателей требуют дополнительных исследований их химической стабильности в связи с повышенной склонностью к окислению гидрогенизационного компонента. Для этого была разработана установка, принципиальная схема которой представлена на рис. 1. Для изучения химической стабильности в режиме реального времени было разработано программное обеспечение, позволяющее фиксировать значения температуры и давления кислорода в измерительных бомбах в процессе проведения испытания. Оценочным показателем метода является относительное количество поглощенного кислорода (ДПК) в реакционном сосуде.

Вычисление (ДПК) проводится согласно формуле (1) на основании показаний датчиков температуры и давления:

$$ДПК = 1 - \frac{\left(P_n - 2,5 \cdot 10^{\left(4,6 - \frac{1430}{T_1}\right)} \cdot e^{4127,98 \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_n}\right)} \right) T_1}{\left(P_1 - 2,5 \cdot 10^{\left(4,6 - \frac{1430}{T_1}\right)} \right) T_n}, \quad (1)$$

где P_1, P_n – общее давление в системе в начальный и текущий момент времени n , кПа;
 T_1, T_n – температура в начальный и в текущий момент времени, К.

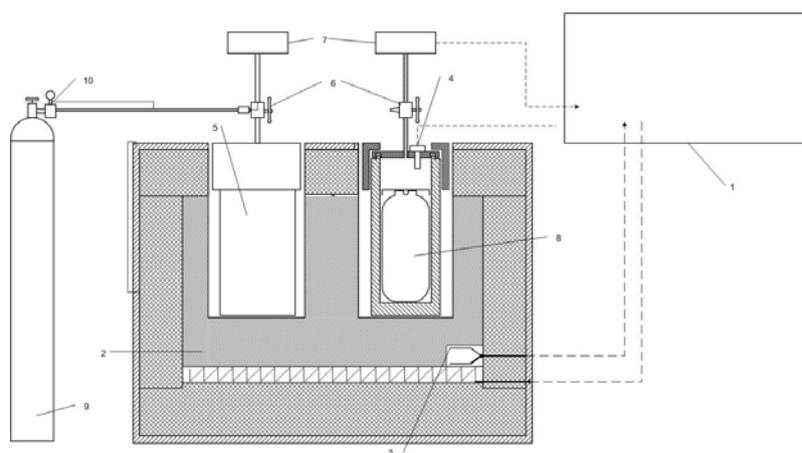


Рис. 1. Принципиальная схема установки прибора для определения химической стабильности АИП-20
 1 – блок управления работой установки; 2 – корпус термостата; 3 – датчик температуры термостата; 4 – датчик температуры; 5 – измерительная бомба; 6 – запорное устройство (игольчатый клапан); 7 – датчик давления кислорода; 8 – стеклянный стаканчик для размещения пробы; 9 – баллон с кислородом; 10 – кислородный редуктор

Сущность метода заключается в определении доли поглощенного кислорода в режиме реального времени. Характерные зависимости ДПК от времени в ходе испытаний представлены на рис. 2. Проба топлива находится в замкнутой емкости под избыточным давлением кислорода (200 кПа). Испытание проводится в 2 этапа: для инициирования процесса окисления емкость с топливом выдерживается заданный промежуток времени при повышенной температуре, а затем при комнатной температуре до момента достижения химического равновесия.

В ходе исследований были испытаны образцы топлив для реактивных двигателей, отличающиеся технологией производства:

образец 1 – 100 % прямогонная керосиновая фракция; образец 2 – смесь 95 % гидроочищенной и 5 % прямогонной керосиновых фракций с добавлением присадок; образец 3 – 100 % гидроочищенная керосиновая фракция с добавлением присадок.

Окисление проводили в течение 240 мин, при давлении 2 атм, температуре 90 °С, объеме топлива 75 мл. Охлаждение проводили на воздухе в течение \approx 18 ч.

Представленные на рис. 2 данные свидетельствуют, что основное поглощение кислорода происходит в течение 2 часов после охлаждения пробы до температуры близкой к температуре окружающей среды.

Из рис. 2 видно, что топлива для реактивных двигателей в зависимости от технологии производства имеют существенные различия в уровне доли поглощенного кислорода: ДПК прямогонного топлива марки ТС-1 \approx 7 %, ДПК смесового топлива марки ТС-1 \approx 1 %, ДПК гидроочищенного топлива марки РТ \approx 50 %.

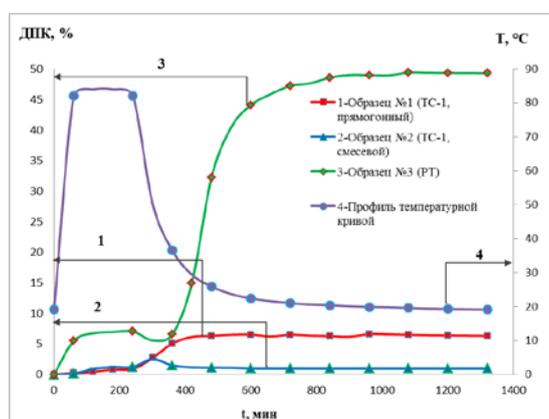


Рис. 2. Зависимость количества поглощенного кислорода (ДПК) от времени в процессах термостатирования и охлаждения

Полученные результаты позволяют рассматривать данный метод как инструмент для исследований процессов, определяющих химическую стабильность топлив для реактивных двигателей.

ЛИТЕРАТУРА

Лихтерова Н.М. Термоокислительная стабильность среднедистиллятных моторных топлив // Нефтепродукты: технологии, инновации, рынок. 2012. № 7. С. 12–17.

THE KINETIC METHOD OF AN ASSESMENT OF JET FUELS CHEMICAL STABILITY

Vlasenkova L.A., Shatalov K.V., Shishaev S.V.

The need of studying of jet fuels chemical stability incorporating a hydrogenation component is required. The kinetic method of an assesment of chemical stability of jet fuels is offered.

Key words: jet fuels, chemical stability.

REFERENCES

Lihterova N.M. Termookislitel'naja stabil'nost' srednedistilljatnyh motornyh topliv. Nefteprodukty: tehnologii, innovacii, ryнок. 2012. № 7. S. 12–17.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Власенкова Лидия Анатольевна, на данный момент аспирант РГУНГ им. Губкина, младший научный сотрудник 16 отдела ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны Российской Федерации».

Шаталов Константин Васильевич, доцент, кандидат технических наук, начальник 16 отдела ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России».

Шишаев Сергей Всеволодович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник 16 отдела ФАУ «25 ГосНИИ Минобороны России».