

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СМЕСЕВЫХ АНТИДЕТОНАЦИОННЫХ ПРИСАДКАХ

Д.С. Слепов, А.Г. Ткачев, С.К. Слепов,
М.А. Ткачев, Н.Р. Меметов

*ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический
университет», г. Тамбов*

Рецензент д-р техн. наук, профессор Е.Н. Туголуков

Ключевые слова и фразы: автомобильные бензины; антидетонационные присадки; многослойные углеродные нанотрубки.

Аннотация: Рассмотрены вопросы влияния микродобавок в виде суспензий многослойных углеродных нанотрубок марки «Таунит» к традиционным антидетонационным присадкам монометиланилин и метилтретбутиловый эфир к автомобильным бензинам. Отмечено положительное действие многослойных углеродных нанотрубок на детонационную стойкость топлива. Показано, что при введении многослойных углеродных нанотрубок марки «Таунит» в количестве 1...2 мг/л детонационная стойкость эталонной топливной смеси, содержащей 1,5 % масс. монометиланилина, увеличивается на 2,2...2,5 единицы.

Химические соединения, добавляемые к моторным бензинам в незначительных количествах и повышающие их детонационную стойкость – октановое число (**ОЧ**), называют антидетонаторами моторных топлив. При этом физико-химические свойства топлив при добавлении антидетонаторов практически не изменяются. Для всех антидетонаторов, чем меньше исходное ОЧ исходного продукта, тем больше эффект от введения присадки [1].

На кафедре «Техника и технология производства нанопродуктов» ФГБОУ ВПО «ТГТУ» разработана добавка (модификатор горения) к тра-

Слепов Дмитрий Севостьянович – аспирант кафедры «Техника и технологии производства нанопродуктов»; Ткачев Алексей Григорьевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Техника и технологии производства нанопродуктов»; Слепов Севостьян Карпович – кандидат химических наук, ведущий программист кафедры «Техника и технологии производства нанопродуктов»; Ткачев Максим Алексеевич – магистрант кафедры «Техника и технологии производства нанопродуктов»; Меметов Нариман Рустемович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техника и технологии производства нанопродуктов», ТамбГТУ, г. Тамбов.

диционным бензиновым присадкам на основе монометиланилина (ММА) и метилтретбутилового эфира (МТБЭ), включающая в свой состав углеродный наноструктурный материал «Таунит» (УНМ «Таунит») в концентрации от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ % масс.

При экспериментальном изучении влияния концентрации модификатора горения на октаноповышающее воздействие присадки для автобензинов на основе ММА, первоначально использована максимально допустимая концентрация ММА в бензине, то есть 1,5 % масс. технической массы (или 1,3 % масс. на 100%-й ММА).

Для изготовления модификатора горения использовалась опытно-промышленная установка, размещенная на базе ООО «НаноТехЦентр». Определенное количество изопропилового спирта загружали в реактор-емкость с интенсивным перемешиванием и вносили расчетное количество дезинтегрированного порошка «Таунит» совместно с ПАВ – стабилизатором коллоидального «Таунита» в растворе. Соотношение УНМ «Таунит» : ПАВ равнялось 1 : 4. После тщательного перемешивания с помощью циркуляционного насоса при водяном охлаждении суспензию прокачивали через ультразвуковой аппарат в течение определенного времени. По окончании УЗ-обработки суспензию выгружали в емкость-накопитель, которая снабжена мешалкой с интенсивным перемешиванием, чтобы суспензия находилась в объеме во взвешенном состоянии.

Из емкости-накопителя отбирали часть пробы для выполнения контрольного анализа и приготовления смесевой присадки (ММА + УНМ «Таунит»), чтобы испытать ее на прирост ОЧ в эталонной топливной смеси (ЭТС). Концентрация УНМ «Таунит» варьировалась в пределах от $0,1 \cdot 10^{-4}$ до $1,8 \cdot 10^{-4}$ % масс. Концентрация ММА оставалась постоянной – 1,5 % масс. технической массы (или 1,3 % масс. на 100%-й ММА) или 15 мг/л ЭТС.

При использовании суспензии УНМ «Таунит» в изопропиловом спирте удобнее концентрацию УНМ «Таунит» для внесения его в ММА и в последующем в ЭТС или бензин выражать титром – количество мг УНМ «Таунит» в мл спиртового раствора. Так, например: в 1 л изопропилового спирта содержится 13 г УНМ «Таунит» в коллоидном состоянии, следовательно, титр УНМ «Таунит» будет равен 13 мг/мл.

Так как концентрация УНМ «Таунит» незначительна, его удобно вносить в присадку к определенному объему ЭТС или бензина в объемных величинах.

На рисунке 1 приведена зависимость ОЧ ЭТС от концентрации УНМ «Таунит» в присадке (концентрация ММА в присадке для всех концентраций УНМ «Таунит» постоянна и равна 1,5 % масс. технической массы или 1,3 % масс. на 100%-й ММА, а ОЧ ЭТС с 1,5 % масс. технической массы ММА принято равным, согласно экспериментальным данным, 76,0 окт.ед.).

Согласно полученным данным, ОЧ ЭТС с увеличением концентрации УНМ «Таунит» возрастает с 0,7 мг/л ($0,1 \cdot 10^{-4}$ %) до 3,8 мг/л ($5,2 \cdot 10^{-4}$ %), проходя через максимум, который приходится на концентрацию УНМ «Таунит» в системе ЭТС – присадка 1,0...1,3 мг/л (в пределах от $0,1 \cdot 10^{-4}$ до $1,8 \cdot 10^{-4}$ % масс.). Прирост ОЧ в этом интервале концентрации УНМ «Таунит» составляет 2,2...2,5 окт.ед.

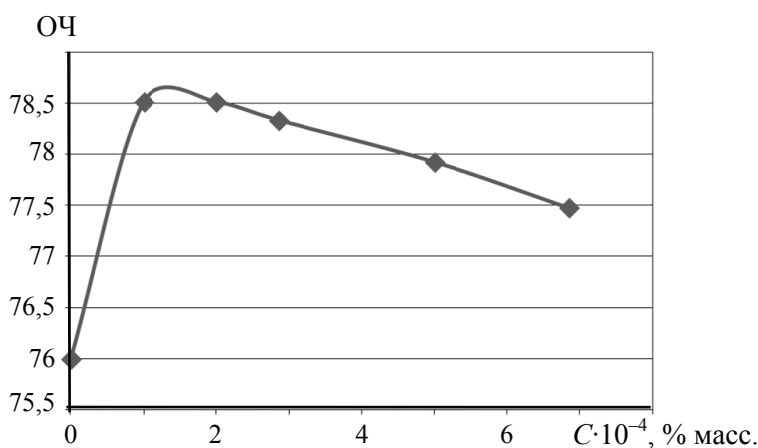


Рис. 1. Зависимость дополнительного прироста ОЧ смеси «70» от концентрации УНМ «Таунит» в присадке

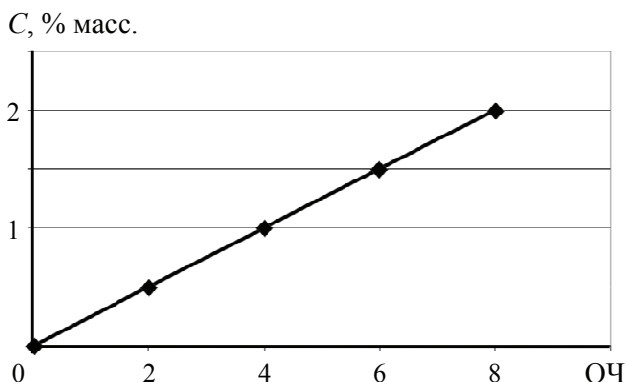


Рис. 2. Зависимость прироста ОЧ ЭТС от концентрации ММА в ее составе

Прирост ОЧ ЭТС находится в пропорциональной зависимости от концентрации октаноповышающей добавки ММА в ее составе. Эта зависимость показана на рис. 2.

Октановое число ЭТС без введения в ее состав присадки составляет 70 окт.ед. Это число взято за нулевой отсчет. Прирост ОЧ ЭТС от применения ММА будет выражаться разностью

$$\Delta \text{ОЧ} = \text{ОЧ}_{\text{эксп}} - \text{ОЧ}_{\text{ЭТС (без присадки)}}$$

При увеличении концентрации ММА в качестве присадки к смеси «70» с 0,5 до 2,0 % масс., прирост ОЧ составляет от 2,0 до 8,1 окт.ед. Максимальное содержание ММА в бензинах может составлять не более 1,5 % масс. технического ММА (или 1,3 % масс. на 100 %-й ММА).

Таким образом, если рассматривать суммарный эффект по приросту ОЧ от применения смесевой присадки (ММА + «Таунит»), то он составляет от 7,5 до 8,5 окт.ед. (таблица).

Из данных таблицы видно, что дополнительный прирост ОЧ от присутствия модификатора «Таунит» в смесевой присадке дополнительно составит от 1,5 до 2,5 окт.ед. в зависимости от концентрации УНМ «Таунит» в системе.

**Прирост ОЧ эталонной топливной смеси
в зависимости от используемых присадок**

Состав испытуемого образца	Октановое число по моторному методу	Прирост ОЧ	Прирост ОЧ за счет введения в присадку модификатора «Таунит»
	окт. ед.		
Смесь «70» (70 % об. изооктана + + 30 % об. <i>n</i> -гептана)	70,0	–	–
Смесь «70» + 1,5 % масс. ММА	76,0	6,0	–
Смесь «70» + 1,5 % масс. ММА + + 0,1·10 ⁻⁴ % масс. Таунита	77,5	7,5	1,5
Смесь «70» + 1,5 % масс. ММА + + 1,4·10 ⁻⁴ % масс. Таунита	78,2	8,2	2,2
Смесь «70» + 1,5 % масс. ММА + + 1,8·10 ⁻⁴ % масс. Таунита	78,5	8,5	2,5
Смесь «70» + 1,5 % масс. ММА + + 3,8·10 ⁻⁴ % масс. Таунита	77,3	7,3	1,3

Согласно вновь вводимой нормативно-технической документации на бензины, концентрация ММА в бензине не должна превышать 1,0 % масс. И возможно этот концентрационный максимум будет уменьшаться в связи с введением новых нормативов для бензинов Евро-4, Евро-5.

На многих нефтеперерабатывающих заводах России для доведения бензинов до нужных значений ОЧ применяется МТБЭ – оксигенат, который выпускается многими нефтеперерабатывающими заводами и может применяться как самостоятельная октаноповышающая присадка, так и как компонент смесевой присадки. При внесении 10 % масс. МТБЭ в ЭТС, ОЧ смеси возрастает на 6,0 ед. Недостатком МТБЭ является низкая температура кипения 55 °С, наиболее приемлемая температура кипения оксигенатов 75...90 °С, потому что в этих пределах расположены фракции товарных бензинов с низким ОЧ.

Однако МТБЭ может быть использован в качестве компонента в смесевой присадке, например, совместно с ММА (антагонизма не наблюдается, а экономический эффект может быть достигнут).

При проведении экспериментов по применению наноструктурного углерода «Таунит» в качестве октаноповышающей добавки к МТБЭ получены результаты, из которых следует, что при введении в состав МТБЭ (10 % масс.) УНМ «Таунит» в количестве от 0,1·10⁻⁴ до 5,0·10⁻⁴ % масс. прирост ОЧ ЭТС увеличивается, проходя через максимум в интервале концентрации от 2,0·10⁻⁴ до 3,5·10⁻⁴ % масс. УНМ «Таунит».

Совместное использование присадок ММА и МТБЭ с добавкой Таунита испытывались на повышение ОЧ ЭТС. Предварительные результаты показали, что максимально эффективный концентрационный интервал Таунита в смесевой присадке ММА + МТБЭ находится в тех же значе-

ниях, что и для индивидуальных ММА и МТБЭ, то есть от $1,0 \cdot 10^{-4}$ до $3,0 \cdot 10^{-4}$ % масс. Добавка наноструктурного углерода «Таунит» вносилась во все присадки в виде коллоидного раствора в изопропиловом спирте.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 12-08-97560-р_центр_а.

Список литературы

1. Данилов, А.М. Применение присадок в топливах / А.М. Данилов. – М. : Мир, 2005. – 767 с.

Using Carbon Nanostructured Materials as a Component of Mixed Anti-Knock Additives

**D.S. Slepov, A.G. Tkachev, S.K. Slepov,
M.A. Tkachev, N.R. Memetov**

Tambov State Technical University, Tambov

Key words and phrases: anti-knock additives; motor gasoline; multi-walled carbon nanotubes.

Abstract: The paper examines the problems of the impact of micro-additives in the form of suspensions of multi-walled carbon nanotubes brand “Taunit” to the traditional anti-knock additives (monomethylaniline and methyl tertiary butyl ether) to motor gasoline. The positive effect of multi-walled carbon nanotubes on the knock resistance of produced fuels has been observed. It is shown that with the introduction of multi-walled carbon nanotubes brand “Taunit” in the amount of 1...2 mg/l detonation resistance of fuel blend containing 1.5 wt%. MMA increases by 2.2...2.5 unit.

© Д.С. Слепов, А.Г. Ткачев, С.К. Слепов,
М.А. Ткачев, Н.Р. Меметов, 2013