

**Т. О. Гоманкова**

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Республика Беларусь, г. Гомель*  
Научный руководитель: Е. В. Воробьева

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЕ МЕДИ НА ТЕРМООКИСЛЕНИЕ ВАЗЕЛИНОВОГО МАСЛА**

Как известно, нефтяные масла представляют собой смесь углеводородов различных классов и гетероатомных соединений, легко взаимодействующих при повышенных температурах с растворенным кислородом, с различными металлами и другими конструкционными материалами. Технические масла в нормальных условиях устойчивы к окислению, их физико-химические свойства в течение ряда лет могут остаться без изменений. Однако во время работы двигателей внутреннего сгорания при повышении температуры деталей, условия работы масел значительно ужесточаются и содержащиеся в них углеводородные соединения претерпевают химические изменения окислительного характера. В масле накапливаются продукты кислородсодержащие соединения, которые способствуют накоплению воды в масле, ухудшают его качество, результате на деталях двигателя откладываются углеродистые соединения, что может привести к его поломке [1]. На скорость и глубину окисления масел в наибольшей степени влияют следующие факторы: температура, концентрация кислорода и окисляющихся веществ, продолжительность воздействия каталитически активных металлов, наличие ингибиторов окисления [1].

Целью работы являлось изучение влияния дисперсной меди на изменения молекулярной структуры и физико-химических свойств вазелинового масла при термоокислении.

Основным объектом исследований явилось вазелиновое масло (ГОСТ 3164-78). Масло помещали в стеклянные виалы по 1 мл, в половину образцов добавляли (навеску 10 мг) дисперсную медь марки М1 с дисперсностью 5-10 мкм. Образцы окисляли в сушильном шкафу при температуре 150°C. Кислотное число (КЧ) экспериментальных образцов определяли методом кислотно-основного титрования с использованием фенолфталеина. Структуру масла исследовали методом ИК-спектроскопии, ИК-спектры снимали на Фурье-ИК-спектрометре «VERTEX 70» фирмы «Bruker».

Данные по изменению КЧ вазелинового масла в образцах масла с течением времени термовоздействия представленных в таблице 1. Как видно из данных, КЧ вазелинового масла увеличивается практически линейно (с 0,0012 до 0,327). В аналогичных образцах масла с дисперсной медью мы видим другую картину, КЧ остается постоянным для всех образцов окисленных разное количество времени, его значение составляет примерно 0,005 мг КОН на 1 г масла

Таблица 1 – Изменение КЧ (мг КОН на 1 г масла) образцов вазелинового масла при термоокислении при температуре 150°C

Время	Вазелиновое масло	Вазелиновое масло + дисп. медь
2ч	0,0012	0,0055
4ч	0,0041	0,0049
6ч	0,0087	0,0046
8ч	0,0091	0,0052
10ч	0,0107	0,0048
12ч	0,0134	0,0063
14ч	0,0121	0,0060
16ч	0,0178	0,0057
18ч	0,0327	0,0055

Данные по изменению структуры вазелинового масла при термоокислении представлены в таблице 2. Для характеристики количества гидроксильных групп мы использовали площадь полосы поглощения  $3430\text{ см}^{-1}$  ( $S_{\text{OH}}$  (3580–3250  $\text{см}^{-1}$ )), для количества карбонильных групп мы

использовали площадь полосы  $1720 \text{ см}^{-1}$  ( $S_{\text{C=O}}$  ( $1820\text{-}1650 \text{ см}^{-1}$ )). Так как толщина слоя масла точно не устанавливалась, то полученные показатели были отнесены к площади полосы метельных групп  $1462 \text{ см}^{-1}$  ( $S_{\text{CH}_3}$  ( $1500\text{-}1400 \text{ см}^{-1}$ )), в таблицах представлены относительные значения:  $S_{\text{C=O}}/S_{\text{CH}_3}$ ,  $S_{\text{OH}}/S_{\text{CH}_3}$ . По экспериментальным данным видно, что накопление гидроксильных групп происходит быстрее в образцах содержащих дисперсную медь. Однако, к концу эксперимента (18 часов термоокисления) общий уровень гидроксильных групп в образцах с медью оказался ниже. Аналогичная ситуация наблюдается в процессе накопления карбонильных соединений (таблица 2).

Таблица 2 – Изменения значений площади полос поглощения в ИК-спектрах образцов вазелинового масла при термоокислении при температуре  $150^\circ\text{C}$

Время	Вазелиновое масло		Вазелиновое масло + дисп. медь	
	$\frac{S_{\text{C=O}}}{S_{\text{CH}_3}}$	$\frac{S_{\text{OH}}}{S_{\text{CH}_3}}$	$\frac{S_{\text{C=O}}}{S_{\text{CH}_3}}$	$\frac{S_{\text{OH}}}{S_{\text{CH}_3}}$
0ч	0,0054	0,0037	0,0054	0,0037
2ч	0,0054	0,0061	0,0576	0,0008
4ч	0,0161	0,0060	0,1097	0,0218
6ч	0,0819	0,0005	0,1288	0,0427
8ч	0,1107	0,0037	0,1481	0,0387
10ч	0,1737	0,0039	0,2329	0,0690
12ч	0,2423	0,0102	0,2393	0,0768
14ч	0,2365	0,0831	0,2225	0,0636
16ч	0,2706	0,1061	0,2775	0,1330
18ч	0,3682	0,1613	0,3215	0,1485

Таким образом, медь влияет на процесс окисления вазелинового масла, и это влияние является неоднозначным: на начальном этапе медь катализирует процесс окисления, но в дальнейшем металл ингибирует процесс окисления.

Для объяснения полученных результатов приведем данные научной литературы, в которой указано, что металлы переменной валентности, например, кобальт, цинк, серебро, марганец, железо, никель, и др. являются активными катализаторами процесса окисления органических веществ [2]. Участвуя в любой стадии окисления, ионы металлов облегчают разложение гидропероксидов, то есть роль металла заключается в дополнительном генерировании перекисных радикалов.

Однако влияние меди является особенным: на начальном этапе медь катализирует процесс окисления, но в дальнейшем при накоплении металлоорганических соединений, медь ингибирует процесс окисления. Подобное влияние хорошо изучено для органических полимерных материалов [3, 4]. Результаты нашего эксперимента показывают, что описанное влияние меди для полимерных материалов проявляется и при термоокислении жидких углеводородов.

#### Список литературы

1. Некрасов Ю. Г., Романова Е. В., Елисеева О. А. Основы химмотологии автомобильных топлив и масел: учебное пособие // Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та. 2008. С. 129.
2. Лин Д. Г., Воробьева Е. В. Инициирование и подавление термического окисления полиэтилена в контакте с металлами и их соединениями; Мин. образ. РБ, УО «ГГУ им. Ф. Скорины». Гомель, 2012. С. 230.
3. Лин Д. Г., Воробьева Е. В. Перенос металла в полиэтиленовых пленках, окисляемых на медных подложках // Журнал прикладной химии. 2001. Т. 74. № 6. С. 998–1002.
4. Лин Д. Г., Воробьева Е. В., Шаповалов В. М. Термоокислительная стабилизация полимерных композитов, содержащих дисперсные наполнитель на основе металлов (обзор) // Материалы, технологии, инструменты. 2013. № 1. С. 36–45.