

УДК 615.035.4

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕПРЕССОРНЫХ ПРИСАДОК К ДИЗЕЛЬНОМУ ТОПЛИВУ

<sup>1</sup>Храмцов М.С., <sup>2</sup>Демина А.А., <sup>2</sup>Прохорченко И.М.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Байкальский государственный университет экономики и права», Иркутск, e-mail: priem@isea.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Ангарская государственная техническая академия», Ангарск, e-mail: info@agta.ru

В статье представлены результаты анализа присадок по таким ключевым показателям как температура застывания ( $t_z$ ), предельная температура фильтруемости ( $t_f$ ), температура помутнения ( $t_n$ ), а также получен итоговый показатель, отображающий экономическую целесообразность покупки и применения той или иной присадки. Показано, что на сегодняшний день перед производителями депрессорных присадок стоит серьезная задача: химический состав, а следовательно, и технические показатели дизельного топлива в регионах России существенно отличаются из-за различных обстоятельств или условий производства (состав нефти, техническое состояние оборудования, устаревшие технологии и т.п.). В этой связи для каждого дизельного топлива необходимо подбирать соответствующую присадку. Результатом работы является обоснование целесообразности производства отечественной универсальной депрессорной присадки на действующих мощностях нефтехимических производств, которая полностью удовлетворяет физико-химическим требованиям, проста по способу синтеза и низкзатратна в производстве, поскольку базовыми компонентами присадки являются продукты промышленного нефтехимического производства в т.ч. продукты, не находящие квалифицированного применения.

**Ключевые слова:** дизельное топливо, депрессорные присадки, технико-экономические показатели

## COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS DEPRESSANT ADDITIVES TO DIESEL FUEL

<sup>1</sup>Khramtsov M.S., <sup>2</sup>Demina A.A., <sup>2</sup>Prokhorchenko I.M.

<sup>1</sup>Baikalsk State University of Economics and Law, Irkutsk, e-mail: priem@isea.ru

<sup>2</sup>Angarsk State Technical Academy, Angarsk, e-mail: info@agta.ru

Results of the analysis of additives on such key indicators are presented in article as temperature of hardening ( $t_z$ ), limit temperature of filterability ( $t_f$ ), temperature of turbidity ( $t_n$ ), and also the total displaying economic expediency of purchase and application of this or that additive is received. It is shown that for today producers of depressor additives are faced by a serious problem: chemical composition, and, therefore, and technical indicators of diesel fuels in regions of Russia significantly differ because of various circumstances or conditions of production (composition of oil, technical condition of the equipment, outdated technologies, etc.). In this regard for each diesel fuel it is necessary to select the corresponding additive. Justification of expediency of production of a domestic universal depressor additive at operating capacities of petrochemical productions which completely meets physical and chemical requirements is result of work, it is simple on a way of synthesis and it is low-cost in production as basic components of an additive are products of industrial petrochemical production including the products which aren't finding qualified application.

**Keywords:** diesel fuel, depressants additives, technical and economic indicators

Депрессорные присадки – это вещества, при введении которых в небольших количествах в нефть или нефтепродукты достигают существенного снижения температуры застывания и улучшение текучести при низких температурах.

Работы в области создания депрессорных присадок широко представлены в технической и патентной литературе, но поиск и создание новых эффективных соединений продолжается. Это связано с тем, что на практике нашли применение лишь немногие химические соединения, различающиеся в основном по молекулярной массе в пределах одного и того же гомологического ряда. Наиболее высокую эффективность в дизельных топливах проявляют полимерные и сополимерные присадки: полиалкилметакрилаты, сополимеры этилена и винилацетата, сополимеры алкилметакрилатов

с винилацетатом и сополимеры этилена и пропилена (табл. 1). Показано, что по расходу полимерные и сополимерные депрессорные присадки, имеющие в своем составе кислородсодержащие функциональные группы, превосходят присадки других классов [2]. Сопоставление по депрессорным свойствам, представленных в табл. 1 присадок затруднительно, поскольку данные разрознены и получены на топливах различного состава. Значительная часть публикаций не преследует цели объективного сопоставления собственных присадок и присадок, разработанных другими лабораториями и фирмами [5, с. 35]. Количество отечественных присадок, которые допустимо к промышленному применению значительно уступает количеству импортных. К сожалению, промышленное производство лучших отечественных депрессорных при-

садок к дизельным топливам до сих пор не организовано по конъюнктурным причинам. В отличие от противозносных присадок и промоторов воспламенения депрессоры не имеют универсального характера. К каждому топливу необходимо подбирать присадку с определёнными физико-химическими характеристиками. Таким образом, в общем случае необходим достаточно обширный набор присадок. В ассортименте любой европейской фирмы насчитывается несколько десятков марок депрессорных присадок, из которых для каждого конкрет-

ного случая фирма подбирает оптимальный [3, с. 12].

Цель данной работы состояла в том, чтобы на основании анализа технических и экономических показателей наиболее известных и используемых в практике депрессорных присадок, выявить наиболее эффективные и сравнить с техническими показателями, присадки, синтезированной на основе крупнотоннажного отхода производства полиэтилена высокого давления – низкомолекулярного полиэтилена (НМПЭ) и стирола (Ст) [4].

Таблица 1

Эффективность различных типов депрессорных присадок и условия синтеза [1]

Тип присадки	Расход присадок, % масс.	Максимальная (оптимальная) депрессия, °С			Основные параметры технологического процесса синтеза присадок
		t <sub>з</sub>	t <sub>ф</sub>	t <sub>н</sub>	
1	2	3	4	5	6
Сополимеры этилена и винилацетата	0,01–0,1	>30	15	–	В растворителе (циклогексан): давление – 27–30 МПа; температура – 130–150 °С в присутствии инициатора
					В расплаве: давление до 200 МПа; температура около 150 °С в присутствии регулятора молекулярной массы
Поли(мет)-акрилатные и их сополимеры	0,05	19–24	8–19	0–10	Давление атмосферное; температура не более 100 °С; недостаток – многостадийный синтез и неполная степень превращения исходных реагентов
Полиолефиновые (сополимеры этилена и пропилена)	0,3	26–29	–	–	Давление высокое. Используют только в виде так называемых деструктатов, то есть представляют собой продукты термического разложения сополимеров
Полиолефиновые (полиэтилен)	0,05	19	7	–	Отходы производства полиэтилена – низкомолекулярный полиэтилен
Конденсационные (неполимерные)	0,1–0,3	22–35	12–18	< 7	Давление – атмосферное, температура от 169 до 216 °С, суммарное время реакции по двум стадиям от 6 до 36 ч. Производство безотходное. Более мягкие условия при использовании растворителя (время синтеза до 6 ч)

Для сравнения депрессорных присадок, существующих на сегодняшний день и широко представленных на рынке депрессорных присадок в РФ проанализируем данные табл. 2, в которой приведены их технико-экономические показатели присадок. В столбце 9 приведены результаты расчетов для приведения цены присадок разного объема к сопоставимому объему в 1 литр:

$$Cл = Cу/V,$$

где Сл – стоимость 1 литра присадки, руб.,  
Су – стоимость упаковки присадки, руб.,

V – объем присадки в упаковке, л.

В столбце 10 приведен итоговый показатель, определяющий затраты на приобретение присадки, рассчитанной на 100 литров дизельного топлива, исходя из ее цены и необходимой концентрации:

$$П = C \times Ц,$$

где С – оптимальная концентрация присадки, указанная производителем, %;  
Ц – цена 1 литра присадки, руб.

По данным табл. 2 видно, что наиболее эффективными и экономически выгодными

Таблица 2

Технико-экономические характеристики депрессорных присадок к дизельным топливам

Наименование образца	Температура, °С (минус)*			Цена опт, руб.	Цена розница, руб.	Объем, л.	Оптимальная концентрация, % (C <sub>опт</sub> )	Цена 1 литра, руб. (C <sub>л</sub> )	П**
	t <sub>н</sub>	t <sub>ф</sub>	t <sub>с</sub>						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Keroflux 3501	5	20	33	-	7000	20	0,05	350	17,50
Mannol	5	9	35		70	0,25	0,1	280	28,00
Ava car diesel antiwax	5	6	20		120	0,125	0,05	960	43,20
Gunk M2216	5	23	35	-	230	0,443	0,1	458,23	45,82
Spectrol	5	18	36		120	0,5	0,2	240	48,00
Clariant Dodiflow 5416	5	26	39		345	1	0,3	207	103,5
Stp diesel treatment with anti gel	5	13	28	-	80	0,25	0,25	320	80,00
Астрохим	5	19	41		73	0,3	0,33	243,33	80,30
Pingo	4	6	27		125	0,14	0,1	892,85	89,29
Liqui Moly Diesel Fließ-Fit	5	16	28	482	320	1	0,3	401	102,30
Totek-Антигель+	5	25	45	-	270	0,5	0,2	540	108,00
CRC	5	12	34		95	0,15	0,2	633,33	126,67
Total Stopogel	5	23	39	386	480	1	0,40	433	173,2
Wynn's	6	11	23		320	0,967	0,4	330,92	132,37
Jetgo	5	14	27		100	0,355	0,51	281,69	143,66
Hi-Gear	5	15	28	-	319	0,444	0,2	718,46	143,69
Ravenol	5	11	34		55	0,1	0,3	550	165,00
M6932 Gunk	5	28	40	480	667	0,946	0,40	606,24	121,25 -242,5
Экспериментальная присадка (НМПЭ+Ст)		22	35	-			0,01 -0,03		-

Примечание: \* максимально достигаемые низкие температуры; \*\*приведенный показатель цены при учете оптимальной концентрации

являются депрессорные присадки Keroflux 3501, Gunk M2216, Clariant Dodiflow 5416. При своей небольшой стоимости эти присадки обладают отличными физико-химическими свойствами.

Порог температуры предельной фильтруемости топлива у них составляет минус 20–26 °С. Часть присадок была протестирована с использованием ГОСТ 5066-91 «Топлива моторные. Методы определения температуры помутнения, начала кристаллизации и кристаллизации», ГОСТ 22254-92 «Топливо дизельное. Метод определения предельной температуры фильтруемости на холодном фильтре», ГОСТ 20287-91 «Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания» и в лаборатории, имеющей аккредитацию Госстандарта на проведение

испытаний нефтепродуктов [6], где было показано, что характеристики ряда присадок, в частности (Ava car diesel antiwax, Hi-Gear) не соответствуют заявленным показателям.

Основным недостатком импортных депрессорных присадок, применяемых сейчас в промышленных условиях, является их высокая стоимость, что связано, в первую очередь, со сложностью производства как исходных мономеров для их синтеза, так и самих присадок. Как правило, процессы их синтеза связаны с применением высоких давлений (до 150 МПа), либо с использованием вакуума (табл. 1).

Эффективные депрессорные присадки к дизельным топливам могут быть получены в более мягких условиях с использованием в качестве сырья базовых нефтехимических

продуктов (например, стирола) и отходов производства базовых промышленных полимеров (например, полиэтилена высокого давления) [4]. Синтезированная на основе НМПЭ и Ст депрессорная присадка хорошо растворяется в дизельном топливе, сгорает без отложений, термостабильна, снижает температуру застывания на 23 и температуру фильтруемости – на 10°C, совместима с другими необходимыми присадками и не ухудшает эксплуатационных свойств, в частности, цетанового числа [4]. Таким образом, присадка не уступает, а в некоторых случаях превосходит такие как Keroflux 3501, антигель для дизельного топлива Hi-Gear, Liqui Moly Diesel Fliess-Fit, Stp Diesel Treatment With Anti Gel, Ava Car Diesel Antiwax, Jetgo, Spectrol, Астрохим, CRC, Mannol, Pingo, Ravenol, Wynn's по порогам температур фильтруемости и застывания топлива.

При отличных эксплуатационных показателях, очень мягких условиях синтеза и с учетом того, что базовыми компонентами универсальной присадки являются продукты промышленного нефтехимического производства, в т.ч. продукты вторичного происхождения, не находящие квалифицированного применения, данная присадка может успешно конкурировать с такими присадками как Keroflux 3501, Gunk M2216, Clariant Dodiflow 5416.

В связи с изложенным выше можно прогнозировать, что производство депрессорной присадки в промышленных условиях экономически целесообразно даже исходя из того, что данную присадку можно использовать только для нужд самого нефтеперерабатывающего предприятия. В оптимистическом сценарии производство вышеуказанной присадки и ее реализация могут принести компании дополнительный источник прибыли.

*Выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки в рамках государственной работы «Организация проведения научных исследований» по заданию № 2014/52.*

## Список литературы

1. Агаев С.Г. Улучшение низкотемпературных свойств дизельных топлив: Монография/ С.Г. Агаев, А.М. Глазун, С.В. Гульятев, Н.С. Яковлев. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. – 145 с.
2. Данилов А.М. Присадки и добавки. Улучшение экологических характеристик нефтяных топлив. – М.: Химия, 1996. – 232 с.
3. Данилов А.М. Отечественные присадки к дизельным топливам// Мир нефтепродуктов. – 2010. – № 1. – С. 9–13.
4. Демина А.А., Прохорченко И.М., Каницкая Л.В., Раскулова Т.В. Депрессорные присадки к топливам на основе сополимеров стирола// А.А. Демина, И.М. Прохорченко, Л.В. Каницкая, Т.В. Раскулова. – Вестник АГТА. – 2013. – № 7. – С. 103–108.
5. Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам. – М.: Химия, 1972. – 360 с.
6. Сайт Топливная компания Петродизель. Тест антигелей [Электронный ресурс]. – Ре-жим доступа: <http://www.petrodiesel.ru/capacity/16.html> (дата обращения 05.05.2014).

## References

1. Agaev S.G. Uluchshenie nizkotemperaturnykh svoystv dizelnykh topliv [Improvement of low-temperature properties of diesel fuels], Tyumen: Tyumenskiy GNGU, 2009.
2. Danilov A.M. Prisdkiidobavki. Uluchshenieekologicheskikhkharakteristikneftyanykhtopliv [Additives and additives. Improvement of ecological characteristics of oil fuels.]. Moscow, Khimiya Publ., 1996. 232 p.
3. Danilov A.M. Otechestvennyeprikladkikdizelnyhtoplivam – World of Oil Products, 2010, no. 1, pp. 9–13.
4. Demina A.A., Prokhorchenko I.M., Kanitskaya L.V., Raskulova T.V. Depressornyeprisad-kiktoplivamnaosnovesopolimerovstirola – Vestnik AGTA, 2013, no. 7, pp. 103–108.
5. Testantigeley (Test of anti-gels) Available at: <http://www.petrodiesel.ru/capacity/16.html> (accessed 5 May 2014).
6. Sajt Toplivnaya kompaniya Petrodizel'. Test antigelej [E'lektronnyj resurs]. – Re-zhim dostupa: <http://www.petrodiesel.ru/capacity/16.html> (data obrashheniya 05.05.2014).

## Рецензенты:

Огородникова Т.В., д.э.н., профессор, декан факультета экономики предприятия и управления бизнесом, ФГБОУ ВПО Байкальского государственного университета экономики и права», г. Иркутск;

Туренко Б.Г., д.э.н., профессор, кафедра экономики и управления бизнесом, ФГБОУ ВПО Байкальского государственного университета экономики и права», г. Иркутск.

Работа поступила в редакцию 24.06.2014.