

УДК 665.75

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ ПРИСАДОК НА ОСНОВЕ ОКСИДА ПРОПИЛЕНА ДЛЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА**

Цыганков Д.В., к.х.н., доцент  
Полозова А.В., аспирант гр. ГПа-201, II курс  
Костюшкин Э.В., Якушев Г.В., студенты гр. МАб-191 III курс  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

В настоящее время автомобилистов привлекают более экологичные и экономичные дизельные двигатели. Многие современные модели работают так же мягко и тихо, как и бензиновые. Большое влияние на работу дизельного двигателя влияет дизельное топливо. При добавлении в него небольшого количества специальных присадок, можно увеличить эксплуатационные характеристики.

Оксид пропилена (ОП) является присадкой, которая снижает дымность отработавших газов (ОГ), расход топлива и повышает мощность и крутящий момент двигателя, [1] а кроме того повышают химическую стабильность дизельного топлива при хранении и обладают антиокислительными свойствами по отношению к металлам [2]. Исследовать оксид пропилена как присадку для топлива необходимо не изолированно, а в комплексе с ее производными, такими как ацетон, пропионовый альдегид и пропиленгликоль. Основные их свойства представлены на рисунке 1.

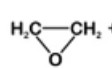
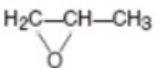
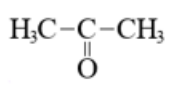
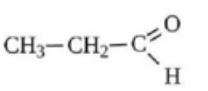
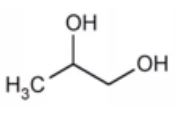
| Название             | Формула  | $\rho$     | $T_{\text{кип}}$ | Класс опасности | Темпер. вспышки | Темпер. самовоспламенения |
|----------------------|--|------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------|
| Этилцеллозольф       | $C_2H_5OC_2H_4OH$<br> | 0,931      | 135 °C           | 3               | 110             | 237,8                     |
| Оксид пропилена      | $C_3H_6O$<br>         | 0,859      | 34,5-34,9        | 2               | -34             | 747                       |
| Ацетон               | $C_3H_6O$<br>         | 0,784      | 56               | 4               | -20             | 465                       |
| Пропионовый альдегид | $C_2H_5O$<br>         | 0,81       | 48,8             | 3               | -30             | 207                       |
| Пропиленгликоль      | $C_3H_8O$<br>       | 1,036<br>3 | 187,4            | -               | 107             | 421                       |

Рисунок 1. – Сводные данные физико-химических характеристик оксида пропилена и его производных.

Оксид пропилена (ОП) – органическое кислородсодержащее соединение (оксигенат), являющееся промежуточным продуктом при производстве пропиленгликоля – основы низкотемпературных теплоносителей (антифриз). Техническая окись пропилена ядовита. ОП относится к высоко опасному классу веществ, он одновременно остро токсичен и канцерогенен. Острое воздействие вызывает раздражение дыхательных путей, что в конечном итоге приводит к смерти [3]

В ходе перегонки ДТ меняется температура всех фракций, однако ОП является низкокипящим эфиром, он не может оказывать влияния на фракции, выкипающие свыше 34<sup>0</sup>C. Есть предположение, что окись пропилена переходит в пропилен гликоль (ПГ) путем гидратации окиси пропилена при температуре от 160 до 200 градусов и при давлении около 1,6 МПа.

Пропиленгликоль – это сложное органическое соединение, которое относится к классу двухатомных спиртов. В наши дни используется в медицине, в пищевой, химической, лакокрасочной и нефтедобывающей промышленности.

Чтобы доказать выше сказанную мысль, мы исследовали процесс перегонки ДТ с применением ПГ и ОП, от времени испарения. Сопоставления времени испарения позволит сделать вывод о том какой вариант обеспечивает меньшие затраты энергии при испарении и на сколько. (см. таблицу 1).

Таблица 1. – Результаты перегонки дизельного топлива по температуре и времени

|         | Чистый дизель |       |         |       | ДТ + 0,1% ОП |       | ДТ + 0,1% ПГ |       |
|---------|---------------|-------|---------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
|         | 1             |       | 2       |       | Темпер.      | Время | Темпер.      | Время |
|         | Темпер.       | Время | Темпер. | Время |              |       |              |       |
| НР      | 175           | 10'23 | 175     | 9'40  | 173          | 9'28  | 173          | 9'53  |
| 5       | 201           | 11'01 | 201     | 10'21 | 199          | 10'07 | 200          | 10'35 |
| 10      | 212           | 11'42 | 211     | 11'02 | 211          | 10'47 | 210          | 11'13 |
| 15      | 218           | 12'16 | 218     | 11'34 | 218          | 11'18 | 218          | 11'48 |
| 20      | 224           | 12'41 | 224     | 12'10 | 225          | 11'50 | 223          | 12'18 |
| 25      | 230           | 13'19 | 229     | 12'43 | 230          | 12'21 | 229          | 12'51 |
| 30      | 236           | 13'55 | 235     | 13'18 | 236          | 12'54 | 235          | 13'24 |
| 35      | 242           | 14'33 | 241     | 13'51 | 241          | 13'28 | 241          | 13'59 |
| 40      | 249           | 15'12 | 248     | 14'28 | 248          | 14'02 | 247          | 14'37 |
| 45      | 255           | 15'53 | 254     | 15'06 | 254          | 14'42 | 253          | 15'16 |
| 50      | 262           | 16'38 | 262     | 15'54 | 262          | 15'24 | 261          | 15'53 |
| 55      | 271           | 17'36 | 268     | 16'34 | 269          | 16'02 | 269          | 16'42 |
| 60      | 277           | 18'25 | 276     | 17'24 | 277          | 16'47 | 276          | 17'25 |
| 65      | 285           | 19'21 | 285     | 18'19 | 285          | 17'33 | 284          | 18'10 |
| 70      | 294           | 20'40 | 294     | 19'20 | 293          | 18'28 | 293          | 19'09 |
| 75      | 304           | 21'36 | 302     | 20'10 | 303          | 19'15 | 302          | 19'56 |
| 80      | 313           | 22'14 | 312     | 21'05 | 313          | 19'50 | 312          | 20'41 |
| 85      | 323           | 23'02 | 323     | 21'59 | 323          | 20'34 | 323          | 21'31 |
| 90      | 335           | 24'06 | 336     | 23'26 | 336          | 21'42 | 334          | 22'41 |
| 95      | 350           | 26'09 | 350     | 26'27 | 351          | 23'29 | 351          | 24'57 |
| КР      | 362/98        | 28'45 | 262/98  | 28'50 | 362/98       | 25'58 | 361/98       | 26'56 |
| Остаток | 2             |       | 2       |       | 2            |       | 2            |       |

По результатам перегонки видно, что максимальное время перегонки чистого дизельного топлива составило 28 минут 50 секунд, тогда как в случае с ОП это время было меньше и составило 25 минут 58 секунд, а в случае с ПГ всего 26 минут 56 секунд. Процентная разница составила для ОП 9,9%, для ПГ 6,6%. Это значит на величину данных процентов требуется меньше энергии для перегонки.

Таким образом, действительно происходит снижение затрат энергии на испарение, как при использовании ОП, часть которой переходит в ПГ, так собственно и самого ПГ. Однако заменить окись пропилена «родственным соединением» без использования дополнительных присадок невозможно, потому что у ПГ больше плотность чем у ДТ, и он оседает на дно. Также у него плохая растворимость в данном топливе.

Способность ОП снижать расход топлива и дымность отработавших газов мы долгое время связывали, во-первых, с хорошим растворяющим

эффектом ОП, а во-вторых, с общими механизмами влияния оксигенатных соединений на автомобильные топлива. Растворяющий эффект ОП является вполне очевидным, поскольку один из изомеров ОП – это ацетон, который является прекрасным растворителем для углеводородов и других соединений на их основе. ОП выступает в качестве очистителя системы питания двигателя и при постоянном использовании поддерживает двигатель в и элементы системы питания в чистом состоянии. Он относится к 4 малоопасному классу влияние на человека.

Ацетон является одним из продуктов метаболизма в живых организмах, в частности, у человека. Он является одним из компонентов так называемых кетонных тел, которых в крови здорового человека содержится крайне мало [3]. Минус данной присадки в том, что, если в бензобаке автомобиля из-за конденсации может скопиться вода и ацетон смешает ее с топливом, что пагубно влияет на топливную аппаратуру и работу двигателя. Если рассматривать идеальные условия, то эта присадка из-за своей хорошей растворимости, могла бы не плохо очищать топливную аппаратуру, и поддерживать экологичность двигателя.

Изомеризация окиси пропилена в присутствии  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  при 240-500°C приводит к образованию смеси пропионового альдегида. Пропаналь (пропионовый альдегид) — альдегид пропионовой кислоты. Является изомером ацетона. Бесцветная жидкость с характерным запахом. Мы предполагаем, что пропаналь может являться высокопродуктивной присадкой и позволит снизить дымность и содержание вредных ОГ. Пропионовый альдегид применяют в производстве пропионовой кислоты и ее эфиров, метакролеина, метриола (последний используют при изготовлении смазок). У данного соединения самая низкая температура самовоспламенения. Из этого следует: Чем ниже температура самовоспламенения дизельного топлива, тем мягче (без стуков) будет работать на нем двигатель и тем производительнее, экономичнее и надежнее будет его работа.

Этилцеллозольв — моноэтиловый эфир диэтиленгликоля предназначена для предотвращения образования кристаллов льда и их растворения или инея, осыпавшегося в топливо со стенок баков в авиационном топливе, так же возможно, да собственно и местами применяется для дизельного топлива и в меньшей степени бензина. Для предотвращения замерзания накапливающегося на дне баков отстоя она не предназначена — отстой должен сливаться. К тому же это ядовитая техническая жидкость и относиться к 3 классу опасности. Данная присадка гигроскопична и по этой причине теряет свои свойства [4]

Делая вывод о данных присадках хотелось бы подчеркнуть, что данные присадки являются более безопасными для человека, чем оксид пропилена. Пропиленгликоль являлся бы идеальной заменой оксида пропилена, если повысить его растворимость в дизельном топливе. Стоит на практике убедиться о пользе оксигенатных присадок для дизельного топлива.

### Список литературы:

1. Многофункциональная присадка к дизельному топливу, патент РФ №2461605 МПК С10L1/18/ А. М. Мирошников, Д. В. Цыганков, И. Б. Текутьев; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева». – 2011114173/04; заявл. 11.04.2011; опубл.20.09.2012, бюлл. №26.
2. Мирошников А. М. Исследование влияния оксида пропилена на химическую стабильность и коррозионную активность автомобильных топлив / А. М. Мирошников, Д. В. Цыганков, А. В. Полозова // Вестник КузГТУ. – 2019. – №3, с. 16-23.
3. Ацетон [Электронный ресурс] : Информационный ресурс./ Википедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ацетон>
4. Жидкость "И" [Электронный ресурс] : Информационный ресурс./ DRIVE2.RU Режим доступа: <https://www.drive2.ru/b/516589871343600578/>
5. Исследование причин перегрева ДВС / В. И. Коршунов, М. А. Белкин, А. С. Ащеулов [и др.] // Россия молодая : Сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Кемерово, 20–23 апреля 2021 года / Редколлегия: К.С. Костиков (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. – С. 523221-523224.