

УДК 662.75

ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЬ КАК МОДИФИКАТОР ГОРЕНИЯ ДЛЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Кузнецов А.В.¹, старший преподаватель кафедры ИТМА, Головешкин Д.С.¹,
студент гр. МАБ-221.2, IV курс, Клеева Е.А.¹, студент гр. МАБ-221.2, IV курс,
Подлисецкий В.С.¹, студент гр. МАБз-221.2, IV курс
Научный руководитель: Цыганков Д.В.², к.х.н, доцент

¹Филиал Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.
Горбачева

г. Прокопьевск

²Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.

Горбачева

г. Кемерово

Аннотация: статья посвящена исследованию возможности применения пропиленгликоля (1,2-пропандиол) в качестве модификатора горения для дизельного топлива. Рассмотрены физико-химические свойства пропиленгликоля. Изучены механизмы его воздействия на процессы горения, а также рассмотрены экономические и экологические аспекты применения пропиленгликоля в качестве модификатора для топлива.

Ключевые слова: пропиленгликоль, кислородсодержащие добавки, дизельное топливо, модификатор горения, растворимость.

Abstract: The article is devoted to the study for using propylene glycol (1,2-propanediol) as a diesel fuel's combustion modifier possibility. The physical and chemical properties of propylene glycol are considered. The mechanisms of its effect on combustion processes are studied. The economic and environmental aspects propylene glycol using as a fuel modifier are also considered.

Keywords: propylene glycol, oxygen-containing additives, diesel fuel, combustion modifier, solubility.

Современные требования к экологической безопасности дизельных двигателей стимулируют к поиску новых подходов к модификации топлив. Одним из перспективных направлений в данной области является использование кислородсодержащих органических соединений в качестве присадок к дизельному топливу.

Ранее в работах научного руководителя использовался оксид пропилена в качестве кислородсодержащей добавки, который показал положительное влияние на процессы горения в дизельных двигателях за счет снижения расхода топлива, увеличения мощности и снижения дымности отработавших газов [1]. Однако оксид пропилена характеризуется как токсичное соединение с температурой кипения 34 °С, относящееся ко второму классу опасности.

Высокая летучесть и токсичность оксида пропилена создают серьезные проблемы при его транспортировке, хранении и использовании.

В связи с этим было принято решение рассмотреть производную оксида пропилена – пропиленгликоль (ПГ), который имеет температуру кипения 187,4 °С и не является опасным веществом.

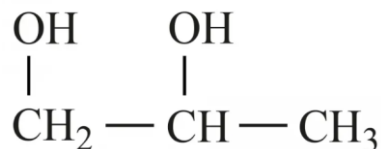


Рисунок 1 - Пропиленгликоль

Пропиленгликоль ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$) является представителем двухатомных спиртов с молекулярной массой 76 г/моль. Структурная формула пропиленгликоля содержит две гидроксильные группы (рис. 1), что обеспечивает высокую полярность молекулы и способность к образованию водородных связей. Содержание кислорода по массе в молекуле пропиленгликоля равно 42,05 %. Плотность при 20 °С составляет 1,0363 г/см³, в то время как плотность летнего дизтоплива составляет не более 0,86 г/см³; зимнего — не более 0,84 г/см³; арктического — не более 0,83 г/см³ [2].

Особенностью пропиленгликоля является его способность к неограниченному смешению с водой и хорошая растворимость в большинстве полярных органических растворителей. Однако его растворимость в неполярных углеводородах ограничена, что может создавать трудности при создании стабильных топливных эмульсий.

С теоретической точки зрения введение ПГ в состав дизельного топлива может оказать комплексное воздействие на физико-химические процессы, протекающие в цилиндре двигателя. По сравнению с чистым дизельным топливом где дробление минимальное, в присутствии пропиленгликоля образуются более мелкие частицы аэрозолей за счет лучшего дробления при переходе в газовую (воздушную) среду. В результате этого происходит снижение энергии на испарение дизельного топлива, что положительно сказывается на полноте сгорания [3].

Применение пропиленгликоля в качестве модификатора горения дизельного топлива имеет как экономическую, так и экологическую эффективность. С экологической точки зрения, ПГ обладает низкой токсичностью и биологической разлагаемостью, что крайне важно в условиях ужесточающихся требований к экологической безопасности топлив. Добавление кислородсодержащих добавок позволяет существенно улучшить процесс сгорания топливной смеси, обеспечить более полное окисление углеводородов, а также сократить образование токсичных продуктов, таких как оксиды углерода, сажа и частично — оксиды азота.

С экономической точки зрения, пропиленгликоль является относительно недорогим химическим соединением. По сравнению с другими присадками к

топливу пропиленгликоль может быть конкурентоспособным вариантом, особенно при использовании в небольших концентрациях.

Несмотря на очевидные преимущества использования пропиленгликоля как модификатора горения, в процессе лабораторных испытаний был выявлен его существенный недостаток, связанный с ограниченной растворимостью в дизельном топливе. При нормальных условиях ПГ выпадает в осадок (рис. 2), что недопустимо, поскольку это может привести к ряду серьезных проблем в работе двигателя и топливной системе.



Рисунок 2 – ДТ + ПГ (Расслоение)

Для улучшения растворимости было принято решение найти третье вещество в качестве связующего компонента для образования азеотропной смеси с ПГ. Среди таких веществ были выбраны: этилцеллозольв (ЭЦЗ, торговое название «Жидкость «И»»), СФК (спиртовая фракция капролактама), этиловый спирт (C_2H_5OH).

В ходе дальнейших экспериментов с летним дизельным топливом (плотность $0,84 \text{ г/см}^3$) за счет использования этилцеллозольва в качестве третьего вещества с последующим нагревом удалось обеспечить растворение пропиленгликоля, что дает возможность его применения в качестве модификатора горения [4].

Однако аналогичные эксперименты с зимним дизельным топливом плотностью $0,824 \text{ г/см}^3$ не привели к успешному растворению пропиленгликоля. Более низкая плотность зимнего топлива, обусловленная большим содержанием легких углеводородных фракций и специальных присадок для снижения температуры замерзания, создает дополнительные трудности для обеспечения растворимости полярных добавок.

Полученные экспериментальные результаты открывают возможность для дальнейшего изучения пропиленгликоля как модификатора горения для летнего дизельного топлива.

Кроме того, перспективным направлением дальнейшего исследования в данной области является изучение возможности растворения ПГ в зимних сортах дизельного топлива, а также проведение стендовых испытаний с летним дизельным топливом.

Список литературы:

1. Фолин, И. В. Исследование влияния оксида пропилена на дизельное топливо / И. В. Фолин // Россия молодая: Сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, Кемерово, 21–24 апреля 2015 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2015. – С. 611. – EDN UKVCEH.
2. ГОСТ 305-2013 Топливо дизельное. Технические условия.
3. Цыганков, Д. В. Повышение экологической безопасности автомобильного транспорта за счет использования оксида пропилена в качестве многофункциональной присадки к жидкому моторному топливу: монография / Д. В. Цыганков. – Кемерово: КузГТУ, 2024. – 233 с. – ISBN 978-5-00137-470-1. – Текст: непосредственный.
4. К вопросу растворимости пропиленгликоля с дизельным топливом / Д. В. Цыганков, А. В. Кузнецов, Е. А. Клеева [и др.] // Научный диалог: теория и практика: Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума, Москва, 18 декабря 2025 года. – Москва: ООО "Инфинити", 2025. – С. 6-10. – DOI 10.34660/INF.2025.43.83.035. – EDN HHSLQH.