

КООРДИНИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СГОРАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЬНОМ ДВИГАТЕЛЕ

А. В. ПЛЯГО¹, ст. преподаватель
С. А. ПЛОТНИКОВ¹, д-р техн. наук, профессор
А. Д. ЧЕРЕПАНОВА², канд. хим. наук
А. Н. КАРТАШЕВИЧ³, д-р техн. наук, профессор

¹Вятский государственный университет,
Киров, Российская Федерация

²ГосНИИ химмотологии Минобороны,
Москва, Российская Федерация

³УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Исчерпаемость запасов углеводородов, и их негативное влияние при сгорании в двигателях, на окружающую среду приводят человечество к вопросу о поиске замены данному виду топлива. Ученые мира понимают, что полный переход на новые виды топлив, на данном этапе времени не возможен. Двигаться в данном направлении придется постепенно, т. е. создавая смеси базового углеводородного топлива с топливом из возобновляемых источников, с более лучшими экологическими показателями. Назрела необходимость в создании улучшенной топливной композиции, которая еще больше приблизит эксплуатационные параметры нового топлива к показателям базового нефтяного топлива, но экологическая составляющая будет еще выше. Важным аспектом исследований также всегда является процесс сгорания нового топлива в цилиндре двигателя.

Одной из главных задач, связанных с работой дизельного двигателя на высококонцентрированных этанолю-топливных эмульсиях (ВКЭТЭ), состоящих из этанола (Э) и дизельного топлива (ДТ), является снижение жесткости рабочего процесса. Жесткость рабочего процесса – это количественная мера, которая выражается производной давления по углу поворота коленчатого вала ($dp/d\phi$).

Жесткость процесса сгорания увеличивается вследствие более высокой скрытой теплоты парообразования спирта (837 кДж/кг против 240 кДж/кг у дизельного топлива) и худшей по сравнению с чистым дизельным топливом самовоспламеняемости паров этанола, возрастает время задержки воспламенения смеси – снижается ее цетановое число [1–3].

Известно, что спирты, как и углеводороды, окисляются по одинаковому цепному механизму.

В нашем случае предполагаемый механизм действия молибденсодержащей присадки, воздействующей на процесс окисления, может состоять в следующем.

Окисление этанола производит перекись водорода и карбонильный состав одновременно (альдегид и кетон). А выход (получение) карбонильных составов, которые являются катализаторами – основная причина, ускоряющая окисление спирта.

В начале периода окисления это равновесие перемещается направо, вследствие, очень низкой концентрации карбонильного состава. Концентрация карбонильного состава увеличивается во время окисления, параллельно концентрации увеличения гидроксипероксидов.

Реакция между двумя пероксид-радикалами дает неустойчивый состав, который Штокхаузен обозначил, как гидрочетырехокись. Сформированные четырехокиси очень непостоянны и их разложение заканчивается формированием активных свободных радикалов.

В условиях высоких температур и давлений и, особенно, в присутствии монооксида углерода, который образуется при неполном сгорании топлива, протекает ряд реакций восстановления металла с образованием карбонилы молибдена (в основном, – гексакарбонила) и атомарной серы [8].

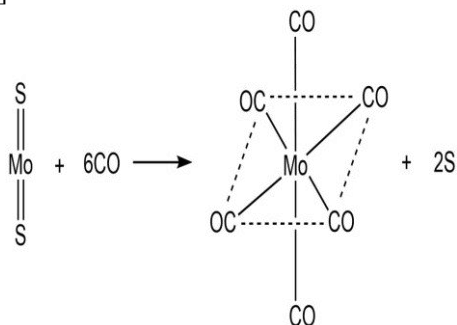
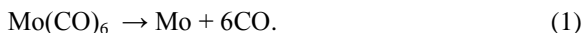


Рис. 1. Схема образования гексакарбонила

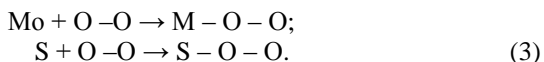
При возрастании температуры карбонильным комплексам металлов диссоциирует с образованием металла и оксида углерода [4, 5]:



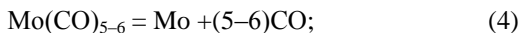
При высокой температуре и в присутствии CO, протекает ряд реакций с образованием карбонилы молибдена и атомарной серы:



Частицы металла и атомарная сера, взаимодействуя с кислородом в топливно-воздушной смеси, образуют свободно-радикальные частицы:



или



Образующиеся перекисные интермедиаты являются инициаторами свободно-радикальных процессов окисления [5].

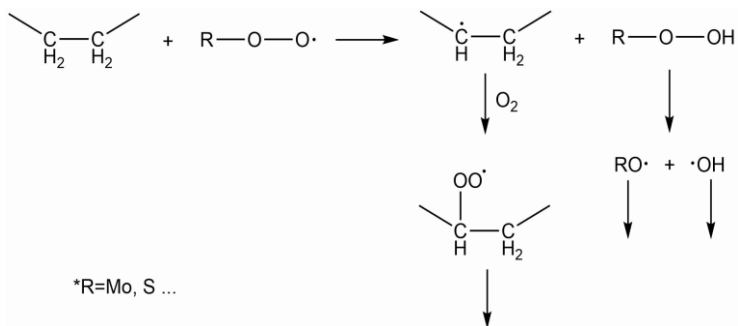


Рис. 2. Виды свободно-радикальных процессов окисления

Проанализировав все вышеперечисленное, приходим к заключению, что процесс высокотемпературного разложения дисульфида молибдена ускоряет свободно-радикальное окисление углеводородного топлива, увеличивая тем самым ЦЧ топливной смеси (уменьшая период задержки самовоспламенения) [7].

Предположим, что указанный механизм влияния молибденсодержащей присадки посредством агостической связи позволяет в необходимой степени координировать процесс сгорания ВКЭТЭ и играет даже более важную роль, чем ингибирующее действие MoS_2 [5].

Следовательно, целесообразность и обоснованность сделанного выбора, механизм работы и эффективность действия комплексной координирующей присадки на основе дисульфида молибдена MoS_2 можно считать объясненными [5, 6, 9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние дисульфида молибдена на процессы горения этанола-топливной эмульсии / П. Я. Кантор [и др.] // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – 2018. – № 4 (123). – С. 215–220.
2. Пляго, А. В. Влияние комплексной присадки на процессы сгорания новых топлив в дизельных двигателях / А. В. Пляго // Будущее технической науки. – Нижний Новгород, 2021. – С. 218.
3. Гуреев, А. А. Топливо для дизелей. Свойства и применение / А. А. Гуреев, В. С. Азев, Г. М. Камфер. – Москва: Химия, 1993. – 336 с.
4. Сеначин, П. К. Моделирование процессов самовоспламенения и горения в ограниченных объемах и двигателях внутреннего сгорания: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.04.02 – тепловые двигатели, 01.04.14 – теплофизика / П. К. Сеначин. – Барнаул, АлтГТУ, 1998.
5. Сполдинг, Д. Б. Основы теории горения: Физика / Д. Б. Сполдинг. – Москва: Книга по Требованию, 1985. – 320 с.
6. Варнатц, Ю. Горение. Физические и химические аспекты, моделирование, эксперименты, образование загрязняющих веществ / Ю. Варнатц, У. Маас, Р. Диббл / пер. с англ. Г. Л. Агафонова. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 352 с.
7. Втюрина, М. Н. Исследование свойств этанола-топливных эмульсий с присадками / М. Н. Втюрина, А. В. Пляго // Транспортные системы. – 2017. – № 2. – С. 51–54.
8. Разработка математической модели процесса эпексидирования биодизеля в присутствии молибденового катализатора / С. А. Юдаев [и др.] // Химическая промышленность сегодня. – 2017. – № 1. – С. 22–33.
9. О механизме действия молибденосодержащей присадки / С. А. Плотников [и др.] // Грузовик. – 2022. – № 1. – С. 15–22.

Аннотация. Все более строгие экологические нормы заставляют производителей искать возможные варианты улучшения данных показателей. Комплекс мероприятий, ныне применяемый в двигателестроении, лишь частично решает вопрос об улучшении экологических показателей. В данный момент времени вариантом для сохранения и не ухудшения экологической обстановки на нашей планете видится применение новых топлив, более экологичных и менее токсичных. Этаноло-топливная эмульсия один из возможных вариантов. Представленный вариант процессов, протекающих в камере сгорания дизельного двигателя, наглядно показывает возможность координирования параметров новых альтернативных топлив.

Ключевые слова: альтернативное топливо, горение, дизельное топливо, гексакарбонил молибдена, жесткость рабочего процесса.