

DOI: <https://doi.org/10.25689/NP.2023.2.252-259>

EDN YDEHGG

УДК 331.087

Осмоляемость дизельных фракций в присутствии оксигенатов и их смесей

Годящева М.В., Шарифуллин А.В., Байбекова Л.Р.

Казанский национальный исследовательский технологический университет,

Казань, Россия

Gum formation susceptibility of diesel oil cut in presence of oxygenates and blends thereof

M.V. Godyscheva, A.V. Sharifullin, L.R. Baibekova

Kazan National Research Technological University,

Kazan, Russia

E-mail: l_baibekova@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрено эффективное и перспективное использование оксигенатов. Показано, что оксигенаты насыщены кислородом и не содержат серы, что обеспечивает значительное сокращение твердых частиц, оксида углерода (СО) и выбросов углеводородов, используемых в дизельных двигателях. В работе были исследованы характеристики процесса осмоления смесей дизельного топлива со спиртами и эфирами, при процентном содержании добавок от 1 до 5%. Эксперименты проводились на приборе ПОС-77 по методу Бударова.

Ключевые слова: *дизельное топливо, оксигенаты, спирты, эфиры осмоляемость, прокачиваемость*

Для цитирования: Годящева М.В., Шарифуллин А.В., Байбекова Л.Р. Осмоляемость дизельных фракций в присутствии оксигенатов и их смесей // Нефтяная провинция.-2023.-№2(34).-С. 252-259. - DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2023.2.252-259>. - EDN YDEHGG

Abstract. The paper reviews effective and potential use of oxygenates. It is known that oxygenates are rich with oxygen and sulfur-free which ensures drastic decrease of particulates, carbon monoxide (CO) and emission of hydrocarbons used in diesel engines. This paper examines gumming characteristics of diesel fuel blends with alcohols and ethers

with additive percentage of 1-5%. Experiments were performed on existent gum meter POS-77 as per Budarov's method.

Keywords: *diesel fuel, oxygenates, alcohols, ethers, gumming, pumpability*

For citation: M.V. Godysheva, A.V. Sharifullin, L.R. Baibekova Osmolyayemost' dizel'nykh fraktsiy v prisutstvii oksigenatov i ikh smesey [Gum formation susceptibility of diesel oil cut in presence of oxygenates and blends thereof]. Neftyanaya Provintsiya, No. 2(34), 2023. pp. 252-259. DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2023.2.252-259>. EDN YDEHGG (in Russian)

В течение последних нескольких десятилетий антропогенное воздействие на климат стало представлять серьезную угрозу для планеты. Это воздействие в значительной степени связано с увеличением естественных выбросов парниковых газов (ПГ). Статистические данные показывают, что уровень атмосферного углекислого газа (CO_2) непрерывно увеличивался со времени промышленной революции, и он, как правило, считается основным фактором изменения климата. Таким образом, была принята концепция «углеродно-нейтральной» нации для того, чтобы избежать дальнейшего ухудшения атмосферы из-за выбросов парниковых газов.

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС), работающие на дизельном топливе, являются одним из основных источников выбросов загрязняющих веществ, поскольку они широко используются из-за их высокого крутящего момента и эффективности сгорания. Частицы сажи и оксиды азота сильно выделяются дизельными двигателями в результате сгорания данного топлива. Эти загрязнители действительно опасны для здоровья человека и окружающей среды. Снижение выбросов двигателя является основным исследовательским аспектом при разработке двигателей в свете растущей озабоченности по поводу защиты окружающей среды и строгих норм по выхлопным газам, но одновременно с этим трудно уменьшить выбросы NO_x и дыма в обычных дизельных двигателях из-за компромиссной кривой между NO_x и дым.

Очень трудно достичь регулируемых уровней NO_x за счет улучшения конструкции камеры сгорания и системы впрыска. А системы доочистки, такие как катализаторы окисления дизельного топлива, улавливатели обедненного NO_x , избирательное каталитическое восстановление и сажевый фильтр, реализованные в качестве отраслевых стандартов для автомобильной промышленности, создают дополнительные затраты для производителей. На практике добавление к топливу некоторых кислородсодержащих соединений для уменьшения выбросов без модификации двигателя кажется более привлекательным. Поэтому одним из альтернативных способов снижения дымовыделения является введение оксигенатных добавок, таких как спирты и эфиры, в дизельное топливо для обеспечения большего количества кислорода во время сгорания [1].

Повышение интереса было вызвано тем, что оксигенаты насыщены кислородом и не содержат серы, что обеспечивает значительное сокращение твердых частиц, оксида углерода (CO) и выбросов углеводородов, используемых в дизельных двигателях.

Ранее нами были проведены предварительные исследования продуктов сгорания и выбросов на смесях дизель-ДМК, и их результаты показали высокую вероятность уменьшения дыма с добавлением этого эфира. Также проходили испытания по улучшению сгорания дизельного топлива и сокращению выбросов за счет использования различных типов кислородсодержащих топливных смесей.

Свойства топлива показывают, что ДМК имеет высокое содержание кислорода, в то время как его теплотворная способность ниже, а его цетановое число немного ниже по сравнению с дизельным топливом и это, вероятно, приведет к увеличению задержки воспламенения топливных смесей дизель-ДМК.

Результаты показывают, что сгорание предварительно приготовленной смеси продлевается с увеличением количества

добавляемого ДМК, а максимальная скорость тепловыделения увеличивается с увеличением количества ДМК.

Предполагается, что причиной этого является увеличение задержки зажигания. Очевидно, что продолжительность диффузионного горения будет уменьшаться с увеличением добавления ДМК, что будет связано с улучшением горения, поскольку будет доступно больше кислорода.

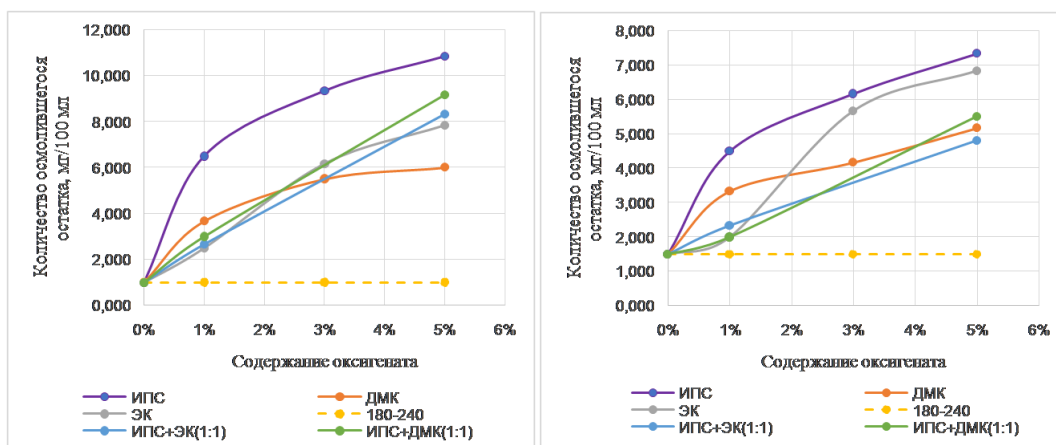
Это приведет к тому, что СО и дым уменьшаются с увеличением добавления ДМК, а NO_x не увеличивается [2].

Косвенной оценкой полноты сгорания и токсичности выбросов можно считать процесс осмоления. Так как окислительные процессы осмоления близки по своей природе с процессами сгорания. Кроме того, смолы не сгорают, а преобразуются в продукты уплотнения типа кокс (твердые углеродистые отложения).

Поэтому в работе были исследованы характеристики процесса осмоления смесей дизельного топлива со спиртами и эфирами, при процентном содержании добавок от 1 до 5%. Эксперименты проводились на приборе ПОС-77 по методу Бударова.

Добавление оксигенатов в дизельные фракции вызывает повышение осмоляющей способности топлива из-за содержания атомов кислорода в структуре добавок. Однако состав дизельных топлив меняется в зависимости от условий применения. В летнее время в дизельное топливо добавляется меньше «легких» фракций, а в зимнее наоборот. В основном топлива формируются из смеси трех фракций 180-240⁰С, 240-290⁰С, 290-350⁰С. Поэтому представляет практический интерес влияние окисляемости этих фракций в присутствии оксигенатов различного типа.

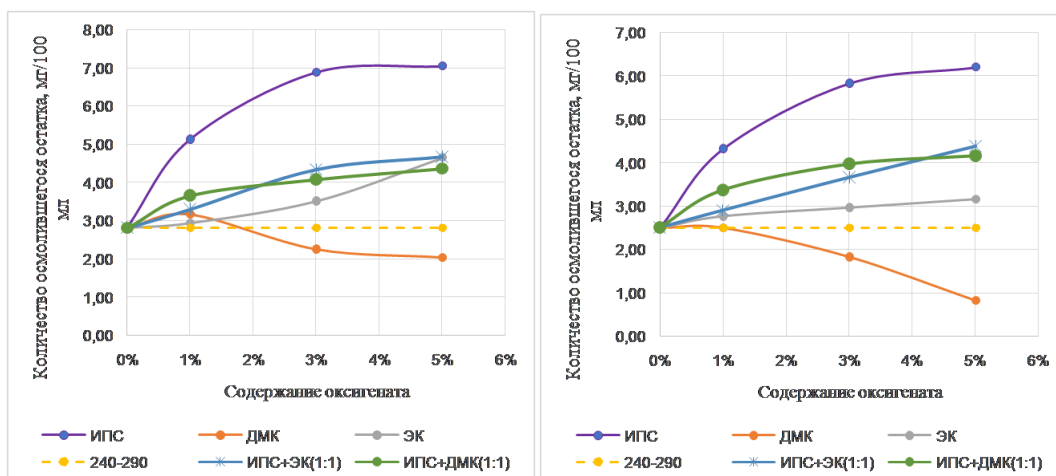
Наибольшее влияние наблюдается для спиртовой группы в виду ее высокой активности. Причем чем больше молекулярная масса спирта, тем больше остатка образуется. Это мы можем увидеть на наиболее легкой фракции, из которых проводились испытания, 180-240 на рис. 1.



а) температура испытания 225°С, б) температура испытания 280°С

Рис. 1. Зависимость количества осмолившегося остатка при 225°С и 280°С от типа и содержания кислорода во фракции 180-240

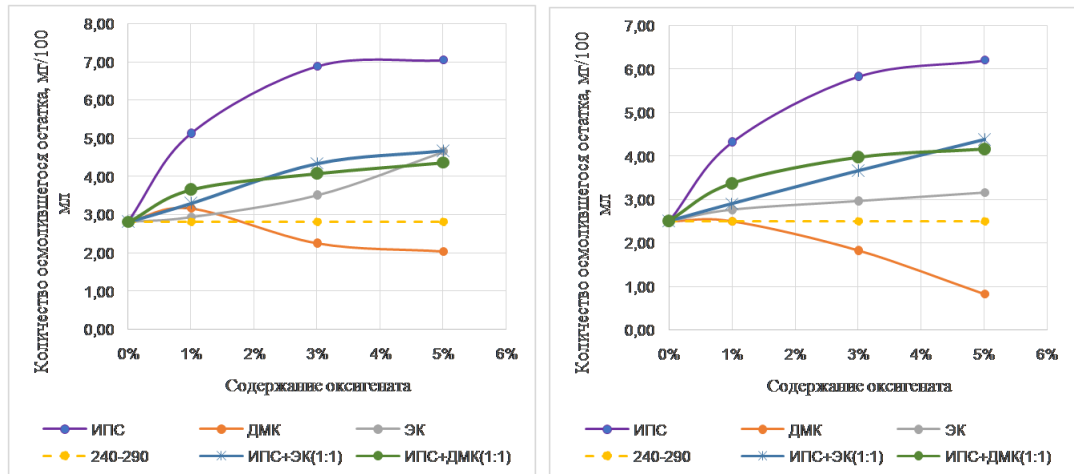
Промежуточное положение занимает эфирно-спиртовая группа. Наименьшим эффектом обладает кетонная группа из-за своей высокой стабильности. Так для фракции 240-290°С и 290-350°С добавление ДМК уменьшает количество осмолившегося остатка, т.к. влияние кетонной группы более заметно для тяжелых фракций из-за ненасыщенности связей. На рис. 2 можно увидеть результаты проведенных испытаний со спиртами и эфиром для фракции 240-290°С.



а) температура испытания 225°С, б) температура испытания 280°С

Рис. 2. Зависимость количества осмолившегося остатка при 225°С и 280°С от типа и содержания кислорода во фракции 240-290°С

Такую же картину можно наблюдать, проведя эксперименты с более тяжелой фракцией дизельного топлива (290-350⁰). Влияние кетонной группы диметилкарбоната снижает количество осмолившегося остатка, а спиртовая группа наоборот приводит к его увеличению. Полученные результаты можно увидеть на рис. 3.



а) температура испытания 225°C, б) температура испытания 280°C

Рис. 3. Зависимость количества осмолившегося остатка при 225°C и 280°C от типа и содержания кислорода во фракции 290-350°C

Две карбоксильные связи диметилкарбоната блокируют образования ядра фактических смол, тем самым снижая их количество. С увеличением температуры опыта и уменьшением количества кислорода наблюдается явное уменьшение количества осмолившегося остатка. Однако стандартный метод определения количества осмолившегося остатка не дает достаточно точных результатов, особенно для низких температур (225°C), т.к. в условиях работы двигателя топливо может нагреваться до температур гораздо выше 300 °C.

Список литературы

1. A feasibility study of implementation of oxy-fuel combustion on a practical diesel engine at the economical oxygen-fuel ratios by computer simulation / Xiang Li¹, Zhijun Peng¹, Tahmina Ajmal¹, Abdel Aitouche^{2,3}, Raouf Mobasheri^{2,3}, Yiqiang Pei⁴, Bo Gao⁵ and Matthias Wellers⁶ // *Advances in Mechanical Engineering*. – 2020. - №1. – с.1-13.
2. Combustion characteristics and heat release analysis of a compression ignition engine fueled with diesel-dimethyl carbonate blends./ Jiang, D & Zeng, K & Liu, B. & Yang, Z// *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part D Journal of Automobile Engineering*.-2003 - №217. – с.595-606.
3. А.А. Елпидинский, Д.А. Ибрагимова, А.А. Верховых, Технический анализ нефти и нефтепродуктов, Казань, Издательство КНИТУ, 2016.

References

1. Peng Zhijun, Li Xiang, Ajmal Tahmina, Aitouche Abdel, Mobasheri Raouf, Pei Yiqiang, Gao Bo, Wellers Matthias. A feasibility study of implementation of oxy-fuel combustion on a practical diesel engine at the economical oxygen-fuel ratios by computer simulation. *Advances in Mechanical Engineering*. 2020, No. 1. pp.1-13. (in English)
2. Jiang D., Zeng K., Liu B., Yang Z. Combustion characteristics and heat release analysis of a compression ignition engine fueled with diesel-dimethyl carbonate blends. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part D Journal of Automobile Engineering*. 2003, No. 217. pp. 595-606. (in English)
3. Elpidinskiy A.A., Ibragimova D.A., Verkhovykh A.A., Tekhnicheskii analiz nefti i nefteproduktov [Technical analysis of oil and oil products]. Kazan, KNRTU Publ., 2016. (in Russian)

Сведения об авторах

Годящева Мария Вячеславовна, магистр кафедры химической технологии переработки нефти и газа, Казанского национального исследовательского технологического университета
Россия, 420029, г. Казань, Сибирский тракт, 12
E-mail: m.godyasheva@mail.ru

Шарифуллин Андрей Виленович, доктор технических наук, профессор кафедры химической технологии переработки нефти и газа, Казанского национального исследовательского технологического университета
Россия, 420029, г. Казань, Сибирский тракт, 12
E-mail: sharifullin67@mail.ru

Байбекова Лия Рафаэльовна, кандидат технических наук, доцент кафедры химической технологии переработки нефти и газа, Казанского национального исследовательского технологического университета
Россия, 420029, г. Казань, Сибирский тракт, 12
E-mail: L_baibekova@mail.ru

Authors

M.V. Godyasheva, Master Student of Chair of Chemical Technology of Petroleum and Gas Processing, Kazan National Research Technological University
12, Sibirskiy Trakt st., Kazan, 420029, Russian Federation
E-mail: m.godyasheva@mail.ru

A.V. Sharifullin, Dr.Sc., Professor of Chair of Chemical Technology of Petroleum and Gas Processing, Kazan National Research Technological University
12, Sibirskiy Trakt st., Kazan, 420029, Russian Federation
E-mail: sharifullin67@mail.ru

L.R. Baibekova, PhD, Assistant Professor of Chair of Chemical Technology of Petroleum and Gas Processing, Kazan National Research Technological University
12, Sibirskiy Trakt st., Kazan, 420029, Russian Federation
E-mail: L_baibekova@mail.ru

Статья поступила в редакцию 16.04.2023

Принята к публикации 15.06.2023

Опубликована 30.06.2023