**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ СГОРАНИЯ**

**ВОДОТОПЛИВНЫХ ЭМУЛЬСИЙ**

**Гергенова Т.П.1**

аспирант

*Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Болоев П.А.1, канд. техн. наук, доцент Елтошкина Е.В.2, канд. техн. наук Бодякина Т.В. 2*

1 *Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова,*

*г. Улан-Удэ, Россия,*

*2 Иркутский государственный агарный университет им. А.А. Ежевского,*

*г. Иркутск, Россия*

*E-mail:* EEV\_Baikal2005@mail.ru

Силовым агрегатом в автомобилях и сельскохозяйственной технике в абсолютном большинстве являются двигатели внутреннего сгорания. В качестве топлива используют в основном жидкое топливо. При этом выбросы двигателей внутреннего сгорания играют существенную роль в загрязнении окружающей среды: повышение температуры на Земле, выброс в атмосферу вредных веществ, шумы и вибрации, уплотнение и эрозия при движении транспорта.

Совершенствование рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания с целью снижения токсичных выбросов с отработавшими газами актуальна в связи с переходом на водородную, малоуглеродную (зеленую) технологию. Постоянное увеличение стоимости топлива и ужесточение требований к экологической безопасности топлив вызвали повышенный интерес к водотопливным эмульсиям. При использовании водотопливной эмульсии в дизелях происходит снижение дымности и выпуска отработанных газов, и наблюдается повышение экономичных и экологических показателей. Анализ результатов исследования показал, что мода капель водной фазы достигает приемлемого размера при  циклов, а диаметр капель 5-8 мкм. Ультразвуковая обработка составляет 15-20 минут для получения приемлемых значений диаметра капель. При моде 8 мкм в процессе глубокой обработки образуется сольватная оболочка топлива на каплях воды.

Сольватная оболочка, образующаяся на каплях воды, представляет собой смолистые фракции дизельного топлива, которая повышает стабильность эмульсии и изолирует воду от контакта с металлическими частями деталей прецизионных пар топливного насоса высокого давления и форсунки. Исследуемая водотопливная эмульсия применима в качестве альтернативного топлива, поскольку она стабильна во времени и достаточна при прохождении пути топливного оборудования. Физико-химические процессы сгорания при использованииводотовливной эмульсии снижают токсичные выбросы газов двигателей.

Для окружающей среды выбросы продуктов сжигания двигателей внутреннего сгорания является одним из компонентов загрязнения. В настоящее время перед человечеством остро встает вопрос о снижении выбросов продуктов сгорания в атмосферу [1]. Дальнейшее совершенствование рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания с целью снижения токсичных выбросов с отработавшими газами актуальна в связи с переходом на водородную, малоуглеродную (зеленую) технологию. Для изменения химических и физических свойств топлива предлагается способ добавления дистиллированной воды, что приводит к получению нового альтернативного топлива в виде водо-топливных эмульсий. Водотопливная эмульсия представляет собой смесь топлива, являющегося дисперсной средой, и воды, являющейся дисперсной фазой. В отличии от традиционного дизельного топлива, применение водотопливной смеси способствует уменьшению неэкологических выбросов, загрязняющих атмосферу, и способствует эффективности процесса сжигания топлива [4]. Постоянное увеличение стоимости топлива и ужесточение требований к экологической безопасности топлив вызвали повышенный интерес к водотопливным эмульсиям. При использовании водотопливной эмульсии в дизелях происходит снижение дымности и выпуска отработанных газов, и наблюдается повышение экономичных и экологических показателей [6]. Температурные значения влияют на скорость сгорания топлива и полноту, а также на компонентный состав водотопливных эмульсий, то есть на качество смесеобразования.

Так ранние исследования показали, что на детали исследуемой топливной аппаратуры разрушающего воздействия не оказывают компоненты водотопливной эмульсии, так как их размеры водных частиц эмульсии меньше зазоров в плунжерных парах и форсунках, и обрамлены снаружи сольватной оболочкой [4].

Цель исследования –анализ особенностей физико-химических процессов сгорания водотопливной эмульсии.

Материалы и методы. Объектом исследования выступают два вида дробления водотопливной эмульсии перед сгоранием распыливание через форсунку и распад капель под воздействием микровзрывов сольватных капсул с водой. Всё это значительно ускоряет прогрев, испарение и сгорание водотопливной эмульсии. Для определения экономических и экологических характеристик водотопливной эмульсии применялся состав эмульсииполученный на основании распада капель под воздействием микровзрывов сольватных капсул с водой, который остается стабильным в течение долгого времени.

Эксперименты выполнялись в лаборатории кафедры «Машиноведения» ФГБОУ ВО БГУ. Анализ ранее проведенных исследований [2, 4] показал, что происходят химические реакции диссоциации молекул паров воды при действии высоких температур, и возможна диссоциация на частицы водорода и частицы гидроксида. На рисунке 1 представлена полученная зависимость диаметра капель водной фазы исследуемой эмульсии от числа нарастающих циклов обработки [5].

Построенный график зависимости на рисунке 1 позволяет сделать вывод о том, что качество эмульсии зависит от времени ее обработки, и функция подчинена экспоненциальному закону. Мода капель водной фазы достигает приемлемого размера при  циклов, а диаметр капель 5-8 мкм. Ультразвуковая обработка составляет 15-20 минут для получения приемлемых значений диаметра капель.



Рисунок 1 – Экспоненциальная зависимость моды водной фазы от числа циклов.

Результаты исследования. В процессе горения окиси углерода ускоряющее действие водных паров исследуемой эмульсии объясняется суммарной реакцией взаимодействия воды с оксидом углерода, с образованием двуокиси углерода, а также выделением водорода. Активными элементами в данной реакции являются атомы водорода и углерода, которые образовываются после окисления водорода приводящего к образованию гидроксида. Из исследований В.Н. Кондратьева [3] известно, что с увеличением содержания процент выгорания выделяемого углекислого газа резко растет. Проведенные исследования показали, что вода, как источник водорода является инициатором цепей реакции, а также участвует в построении самих цепей.

По данным П. Волькер и К. Райт в смесях окиси углерода с воздухом скорость распространения пламени увеличивается с 16 м/с для сухой смеси до 55 м/с с добавкой 9,4 % воды. При изменении концентрации воды в смеси в сторону увеличения приводит к тому, что водотопливная эмульсия не будет являтся источником водорода, а разбавителем.

Основные компоненты, определяющие токсичность выпускных газов – это дымность (сажесодержание), окись углерода и оксида азота . При использовании водотопливной эмульсии многие авторы отмечают существенное снижение этих компонентов, дымности от 3 до 5 раз, оксидов азота из-за снижения температуры сгорания то же в разы, а окиси углерода зависит от процентного содержания воды.

У форсированных дизелей при содержании воды 15-18 % соответствует минимальному удельному расходу топлива и угара моторного масла, соответствует наилучшему протеканию рабочего процесса. Водотопливная эмульсия способствует в камере сгорания существенному снижению естественно возникающего нагарообразования, и в выпускном тракте. А также позволяет снизить значительно износы цилиндро-поршневой группы и повысить количественные показатели надежности работы двигателя.

При использовании водотопливной эмульсии Г.Б. Гореликом были выявлены взаимосвязи размеров капель и действующей энергией, подведенной в диспергатор. При действии энергии, определяющей распад глобул частиц воды в водотопливной эмульсии связан с изменением силы поверхностного натяжения, которая определяется по формуле [6]:



где - поверхностное натяжение воды;

- суммарная площадь поверхности частиц воды, 

При этом для водотопливной эмульсии с объемным водосодержанием, число капель воды может быть определено с помощью формулы:

$$i\_{k}=\frac{3C\_{V}}{4π(1-C\_{V})R^{3}}⋅V\_{T},$$

где - объём топлива, подаваемого в диспергатор лабораторного стенда для приготовления водотопливной эмульсии.

Исследования, проведенные в Иркутском ГАУ, показали, что впрыск воды в впускной коллектор дизелей способствует уменьшению нагара на форсунках и поршневых колец без разборки двигателя. С помощью стенда для испытания и регулировки форсунок КП-1609А сотрудниками кафедры «Машиноведение» ФТФ БГУ по методике проф.Г.Б. Горелика были приготовлены водотопливные эмульсии и испытаны на работоспособность на дизелях тракторов МТЗ-80 и ЮМЗ-6 при выполнении выпускных квалификационных работ студентами бакалавриата и магистратуры.

При приготовлении водотопливной эмульсии нами был выбран вариант дизельное топливо – 80 %, вода – 20 %, на стенде через форсунку при давлении 10 мПа (100 бар) процесс впрыска повторялся 7 раз. Режимы работы тракторов – по 3 раза на номинальном режиме и холостом ходу без нагрузки.

Качество приготовленной водотопливной эмульсии определяли отстаиванием в течении трех суток. При испытании на работоспособность на прогретом предварительно двигателе дымность снизилась от 3 до 5 раз,  - 2-3 раза,  на 20 % - 30 % в зависимости от режимов работы.

Выводы. Исследования показали, что достижение приемлемого размера моды капель порядка 5-8 мкм водотопливной эмульсии допустимо при 3-4 циклах предлагаемой обработки. Замечено, что в дисперсной среде более равномерное распределение капель частиц воды происходит при повышении числа циклов ультразвуковой обработки водотопливной эмульсии, при этом мода уменьшается. При моде 8 мкм в процессе глубокой обработки образуется сольватная оболочка топлива на каплях воды. Сольватная оболочка представляет собой смолистые фракции дизельного топлива, повышающую стабильность эмульсии и изолирует воду от контакта с металлическими деталями прецизионных пар топливного насоса высокого давления и форсунки. Использование выработанной водотопливной эмульсии полученной на основе распад капель под воздействием микровзрывов сольватных капсул с водойпозволяет изменить физико-химические процессы сгорания в сторону уменьшения токсичности выхлопных газов двигателей, нагарообразования, увеличение срока замены топливных фильтров в сельскохозяйственной технике.

Список литературы

1. Абдалиев, У.К.Математическое моделирование процесса горения капли водоэмульсионного топлива / У.К. Абдалиев, Ы. Ташполотов, Э. Садыков // Бюллетень науки и практики. — 2019. — № 7. — С. 10-19.
2. Беднарский, В. Экологическая безопасность при эксплуатации транспортных и технологических машин: учебное пособие / В. Беднарский, Д. В. Лайко. — Новочеркасск:Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ, 2018. — 230 с.
3. Белоусов, Е. В. Топливные системы современных дизельных, газодизельных и газовых транспортных двигателей внутреннего сгорания : учебное пособие для спо / Е. В. Белоусов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 256 с.
4. Бодякина, Т.В. Анализ технологий преобразования возобновляемых источников энергии в моторное топливо/Бодякина Т.В., Болоев П.А., Гергенова Т.П.// М.: Тракторы и сельхозмашины, 2019.- № 5.- С.3-6
5. Ведрученко, В. Р. Топливо и основы теории горения : монография / В. Р. Ведрученко, В. В. Крайнов. — Омск :ОмГУПС, 2010. — 261 с.
6. Горелик, Г.Б. Водотопливная эмульсия - альтернативное топливо XXI века/ Монография, Хабаровск:изд-во ТОГУ, 2019.- 202 с.