

ОСНОВАНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕЙ ПРОЕКТА

Получение наилучших экономических и экологических параметров поршневых двигателей внутреннего сгорания связано с целым рядом проблем, касающихся в первую очередь с организацией рабочего процесса. Снижение удельного расхода топлива, а одновременно с повышением КПД можно получить при увеличении максимальных температур цикла, что в свою очередь приводит к увеличению уровня эмиссии токсических компонент в отработавших газах и в первую очередь оксидов азота. Для вновь проектируемых дизелей используются аккумуляторные системы с электронным регулированием характеристик топливоподачи а в выхлопных системах – каталитические реакторы, фильтры твердых частиц и другие. Несмотря на это, одновременное снижение расходов топлива и уровня токсичности остается нерешенной проблемой. Причем проблемы эти касаются и тех двигателей, которые уже находятся в эксплуатации и в конструкции которых невозможно внести какие-либо изменения в топливную аппаратуру или системах выхлопа.

В Щецинской морской академии совместно с Западнопоморским технологическим университетом проводятся исследования средне- и высокооборотных дизелей рыболовных судов, которые связаны с использованием предварительной обработки топлива, которая происходит непосредственно в корпусе распылителя топливной форсунки. Такая обработка топлива возможна как для новых дизелей, так и тех, которые находятся в эксплуатации.

Рассматривая индикаторную диаграмму дизельного двигателя можно обратить внимание, что основным этапом, непосредственно влияющим на экономические и экологические параметры дизеля, является период задержки воспламенения, причем сокращение этого периода может привести к снижению как степени нарастания давления, так и максимальных температур цикла при сохранении более полного поля эффективной работы [Hejwood J.B.: Internal combustion engines fundamentals, McCraw – Hill Book Co., NY, 1988].

На основании анализа литературы, период задержки воспламенения можно найти по:

$$\tau = B \cdot 10^{-2} \sqrt{C} \sqrt{\frac{T_k}{P_k}} \cdot e^{\frac{E_a C^{0,34}}{R T_k}}$$

где:

$$B = 2 \cdot 10^{-4} (1 - 1,6 \cdot 10^{-4} n_s)$$

$$C = \frac{1}{\varepsilon} \left[1 + 0,5 \delta \frac{V_h}{V_{h1}} (\varepsilon - 1) \right]$$

$$\delta = \left[\left(1 + \frac{\lambda}{4} \right) - \left(\cos \theta + \frac{\lambda}{4} \cos 2\theta \right) \right]$$

где: B , C , δ – постоянные, T_k и p_k – температура и давление в камере сгорания в начале топливоподачи, V_h , V_{h1} – действительный объем цилиндра и объем, соответствующий ходу поршня после закрытия впускных клапанов, ε – степень сжатия, θ – угол наклона шатуна, λ – отношение хода поршня к длине шатуна.

В соответствии с Heuwood период задержки воспламенения можно определить по:

$$\tau = (0,36 + 0,22 \cdot c_m) \cdot \exp \left[E_a \left(\frac{1}{R T_2} - \frac{1}{17,19} \right) \cdot \left(\frac{21,2}{P_2 - 12,4} \right)^{0,63} \right]$$

где:

c_m – средняя скорость поршня,

P_2 і T_2 – давление и температура в камере сгорания.

Анализируя выше приведенные зависимости можно утверждать, что он зависит от таких параметров, как давление и температура в камере сгорания, частоты вращения коленчатого вала и кинематики системы вал-шатун-поршень, а так же величины энергии активации. Следует обратить внимание, что при рассмотрении вопросов улучшения показателей экономичности и экологичности как для новых двигателей, так и существующих, параметры давления и температуры и основные конструкционные параметры являются практически не изменяемы. И одним из возможных направлений влияния на те параметры является уменьшение энергии активации.

Для много атомных систем (к которым в первую очередь относятся углеводородные топлива) энергия активации определяется как минимальная кинетическая энергия на величину которой должна быть больше потенциальная энергия системы что бы могла произойти химическая реакция. Поскольку энергия активации зависит от структуры частиц и их связей, в работах проф. А.Амброзика и проф. Н.Файнлейба представлен пример парафиновых углеводородов C_nH_{2n+2} . В них энергия разрыва связей $C - H$ является высшей, чем связей $C - C$, поэтому с увеличением атомов углерода необходима меньшая величина энергии активации для разрыва молекулы. Именно этим можно объяснить высокую стабильность изооктана C_8H_{18} , используемого в качестве образцового топлива при определении его октанового числа. Для облегчения перехода энергетического барьера, связанного с энергией активации, можно либо подвести в зону реакции больше энергии (на пример подогрев), либо использовать вещество, которое бы легко реагировало с исходным веществом (субстратом), а возникающее при этом вещество легко бы переходило в конечный продукт. Вещество, которое таким образом упрощает переход от субстратов к конечному продукту – это катализатор, который после перехода субстратов в конечный продукт полностью восстанавливается. Из этого следует, что наличие катализатора (на пример металлов платиновой группы) является весьма положительным для контакта с ним топлива перед подачей в камеру сгорания.

Наличие катализатора в топливной системе является положительным и с другой точки зрения. Химические характеристики топлив, используемых в дизелях и в которых наибольшую часть занимают парафиновые углеводороды можно изменить гидрогенизацией, то есть в контакте с катализатором можно получить реакции, в которых парафины переходят в олефиновую группу с выделением свободного водорода. В свою очередь водород, благодаря высокому коэффициенту диффузии, высокой склонности к воспламенению и скорости сгорания и широким границам выгорания смеси способствует уменьшению периода задержки воспламенения в условиях камеры сгорания дизельных двигателей.

Кроме химических явлений, наличие водорода может повлиять и на физические параметры процесса топливоподачи. Так на пример, период задержки воспламенения зависит от скорости диффузии топлива, окислителя и активности родников реакции. В то же время процесс диффузии сопровождается испарением жидкого топлива, математическое описание которого можно представить в виде массовой скорости испарения капли:

$$\frac{dm}{d\tau} = \pi Nu_D D_p d_k (p_s - p_0) = \int_0^\tau \frac{2 Nu_D D_p}{\rho_{pal}} (p_s - p_0) d\tau,$$

где: Nu_D – критерий Нуссельта для процессов диффузии, D_p – коэффициент диффузии пара отнесенный к градиенту парциального давления, p_s , p_0 – парциальное давление пара топлива в районе капли диаметром d_k в зоне ее окружения, ρ_{pal} – плотность топлива.

Как известно, увеличение эффективности катализатора служит высокая температура и турбулентный характер истечения топлива вдоль поверхности, на которой находится катализатор. Именно поэтому предложена «предварительная обработка топлива», которая основана на насении каталитического материала на поверхности иглы распылителя, как наиболее нагретого элемента двигателя, в то же время сама поверхности иглы должна иметь соответственно выполненные каналы, позволяющие получить турбулизационный характер истечения топлива. В качестве поверхности иглы выбрана та ее часть, которая соединяет прецизионную направляющую с конической запорной поверхностью. Такое решение позволяет нанести каталитический материал (на пример используя технологию электроискрового легирования), а так же и выполнить турбулизационные каналы, причем такие изменения в конструкции иглы распылителя можно провести как на вновь изготавливаемых распылителях, так и на тех, которые находятся в эксплуатации.

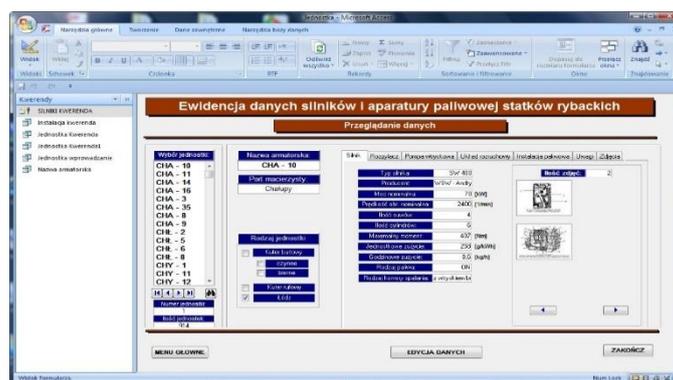
Как было представлено выше, под понятием «предварительная обработка топлива» подразумевается использование гетерогенного катализа при прохождении топлива вдоль каналов распылителя, а для увеличения воздействия катализатора на топливо предлагается использование турбулизационных каналов на части иглы, соединяющей прецизионные и конусные запирающие поверхности. Пример размещения таких каналов с нанесенным катализатором представлен на рисунке.



Игла распылителя форсунки с предварительной обработкой топлива

ПЛАН РЕАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕЙ ПРОЕКТА ПРЕДУСМАТРИВАЕТ

1. Разработку и дополнение базы данных о двигателях и топливной аппаратуре, используемых на судах рыболовного флота, выбора конструкции распылителей форсунок для двигателей с непосредственным впрыскиванием топлива и двигателей с разделенными камерами сгорания для дальнейших исследований.



База данных двигателей судов польского рыболовного флота

2. Проведение аналитических исследований, связанных с предварительной обработкой топлива, а так же разработку технологических процессов нанесения низкотемпературного катализатора и выполнение турбулизационных каналов на

элементах топливной аппаратуры. Этот этап предусматривает подготовку заявки на изобретение и имеет инновационный характер.



Нанесение катализатора и выполнения системы турбулизации

3. Проведение лабораторных исследований по определению физикохимических топлива после процесса впрыскивания в фабричной топливной аппаратуре и с предварительной обработкой углеводородного топлива, а так же его смеси с синтетическим полимерным топливом, полученным из переработки изношенных рыболовных сетей. Такие исследования проводятся впервые и имеют инновационный характер.

Изношенные



рыболовные сети



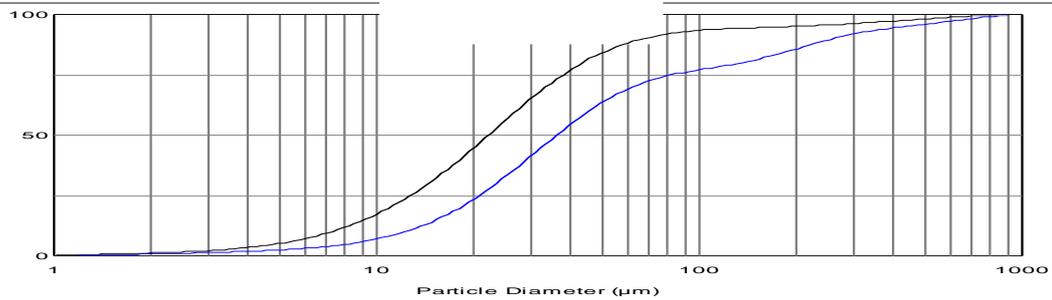
Переработка изношенных рыболовных сетей в топливо для дизельных двигателей

4. Проведение лабораторных исследований, связанных с определением акустического сигнала и параметров струи распыливаемого топлива в фабричной топливной аппаратуре и с предварительной обработкой углеводородного топлива, а так же его смеси с синтетическим полимерным топливом, полученным из переработки изношенных рыболовных сетей. Такие исследования проводятся впервые и имеют инновационный характер.



Cumulative
CZOPHAND140P1C2230.amea\Overlays

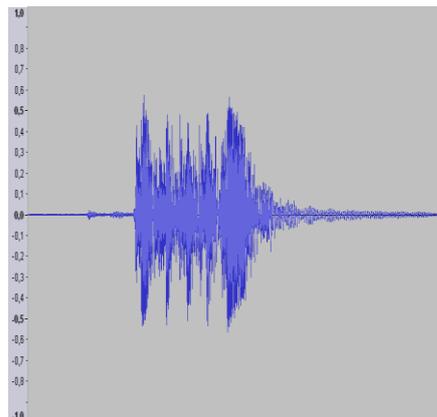
26 Oct 2011 - 12:26:53



	Date-Time	File	Sample	Dx(10)	Dx(50)	Dx(90)
[V]	26 Oct 2011...	230 1 ...	230	7.22	22.19	66.76
[V]	26 Oct 2011...	230 2 1	230	12.23	36.13	259.85

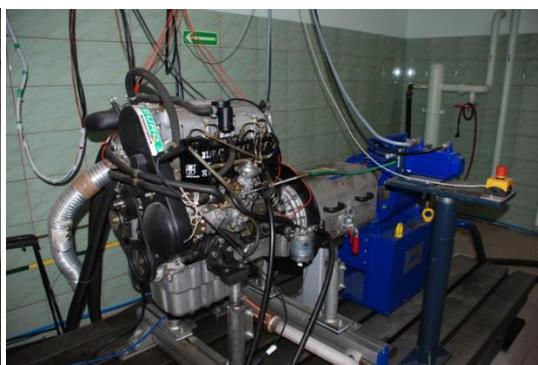
[V]=Volume [N]=Number

Регистрация распределения капель в струе распыливаемого топлива



Регистрация акустического сигнала в струе распыляемого топлива

5. Проведение стендовых испытаний двигателей с разделенными и неразделенными камерами сгорания с использованием в топливной аппаратуре распылителей с предварительной обработкой углеводородного топлива, а так же его смеси с синтетическим полимерным топливом, полученным из переработки изношенных рыболовных сетей. Такие исследования проводятся впервые и имеют инновационный характер.



Торм озные стенды для проведения испытаний двигателей с предварительной обработкой топлива

6. Проведение испытаний на выбранных двигателях рыболовных лодок и катеров с использованием топливной аппаратуры с предварительной обработкой топлива. Такие исследования проводятся впервые и имеют инновационный характер.



Проведение испытаний на рыболовных судах

7. Разработку рекомендаций по использованию топливной аппаратуры с предварительной обработкой топлива на двигателях рыболовных судов.