

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ТЕПЛОТЫ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ НА АВТОМОБИЛЯХ

**В.Ю. Баранов доцент, к.т.н.; Е.Ю. Герасимов студент; Р.А. Титов студент
ВНУ им. В. Даля**

***Аннотация.** Системы термохимической регенерации теплоты отработавших газов (ТХР ОГ) предназначены для получения водородсодержащего газа путем каталитической конверсии метанола за счет регенерации теплоты отработавших газов двигателя. Метанол, в данном случае, представляет жидкий носитель водорода, который удобно хранить на автомобиле.*

***Ключевые слова:** автомобиль, двигатель, термохимическая регенерация, теплота отработавших газов, конверсия метанола.*

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОХІМІЧНОЇ РЕГЕНЕРАЦІЇ ТЕПЛОТИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ НА АВТОМОБІЛЯХ

**В.Ю. Баранов доцент, к.т.н.; Е.Ю. Герасимов студент; Р.А. Тітов студент
СНУ ім. В. Даля**

***Анотація.** Системи термохімічної регенерації теплоти відпрацьованих газів (ТХР ВГ) призначені для отримання водневмісного газу шляхом каталітичної конверсії метанолу за рахунок регенерації теплоти відпрацьованих газів двигуна. Метанол, в даному випадку, являє собою рідкий носій водню, який зручно зберігати на автомобілі.*

***Ключові слова:** автомобіль, двигун, термохімічна регенерація, теплота відпрацьованих газів, конверсія метанолу.*

APPLICATION THERMOCHEMICAL HEAT RECOVERY EXHAUST FOR VEHICLES

**V.Yu. Baranov assistant professor, cand. eng. sc., E.Yu. Gerasimov student,
R.A. Titov student East Ukrainian National University named after Vladimir Dahl**

***Abstract.** Thermochemical system exhaust heat recovery intended to receive hydrogen-containing gas by catalytic reforming of methanol recovery through the exhaust heat engine. Methanol, in this case, the carrier is a liquid hydrogen, which is stored on the vehicle.*

***Keywords:** vehicle, engine, thermochemical regeneration, exhaust heat, the conversion of methanol.*

Введение

В настоящее время двигатель внутреннего сгорания остаётся основной движущей силой автомобиля. Постоянно увеличивающееся число автомобилей приводит к возрастанию темпов нефтедобычи. Нефть сегодня – основной и наиболее востребованный энерго-

ресурс. Но, ее запасы быстро истощаются, что приводит к росту цен на топлива нефтяного происхождения.

Анализ публикаций

Носач В.Г. исследовал влияние на экономичность двигателя внутреннего сгорания кон-

версии топлива в продуктах сгорания [1,2,3]. В работе Сабирова Ж.М. исследовалась газификация и конверсия автомобильных топлив [4]. Начиная с 80-х годов прошлого века, в ряде стран проводились исследования по конверсии метилового спирта в водородсодержащий газ для автомобильных двигателей внутреннего сгорания [5].

Цель и постановка задачи

Использование альтернативных видов топлива является единственным путем решения энергетической проблемы автомобильного транспорта [1]. Наиболее перспективными топливами, являются спиртовые топлива, ввиду своей низкой стоимости производства, и обширной сырьевой базы. Использование не нефтяного сырья не только расширяет ресурсы топлива, но и позволяет улучшить их экологические характеристики.

Исследование диссоциации метанола

Метанол – весьма эффективное топливо для двигателей внутреннего сгорания, благодаря его высокому октановому числу. Он может быть использован как самостоятельное топливо, так и в качестве добавки к бензину. Во всех случаях его применение позволяет снизить токсичность выхлопных газов двигателя. Однако существует ряд проблем связанных с применением чистого метанола, а именно:

- пониженная теплота сгорания, что уменьшает пробег между заправками и увеличивает расход топлива в 1,5-2 раза по сравнению с бензином;
- низкое давление насыщенных паров и высокая скрытая теплота парообразования спирта делают практически невозможным запуск бензиновых двигателей уже при температуре окружающей среды ниже +10⁰С;
- способность легко диффундировать через некоторые полимеры и резинотехнические материалы вызывает необходимость их замены в системах питания ДВС.

Диссоциация метанола с использованием теплоты отработавших газов двигателя повышает КПД силовой установки, во-первых за счет регенерации теплоты ОГ, а во-вторых за счет улучшения процесса сгорания. Последний эффект достигается обеднением смеси и увеличением скорости сгорания. Двигатель, работающий на продуктах термо-

химической диссоциации метанола, имеет токсичность ОГ существенно меньшую чем, при работе на бензине.

Данный способ получения водородсодержащего газового топлива на борту транспортного средства ведет к повышению энергетической эффективности используемых жидких углеводородных топлив. При этом метанол применяется в качестве жидкого гидрида (12,5 мас.% водорода) на борту автомобиля с утилизацией теплоты ОГ. Помимо этого, он обладает уникальными свойствами, позволяющими проводить низкотемпературную конверсию в водородсодержащий газ на борту автомобиля.

Основными элементами системы конверсии по ходу движения топлива являются испаритель, перегреватель, реактор и охладитель диссоциированного метанола (рис. 1).

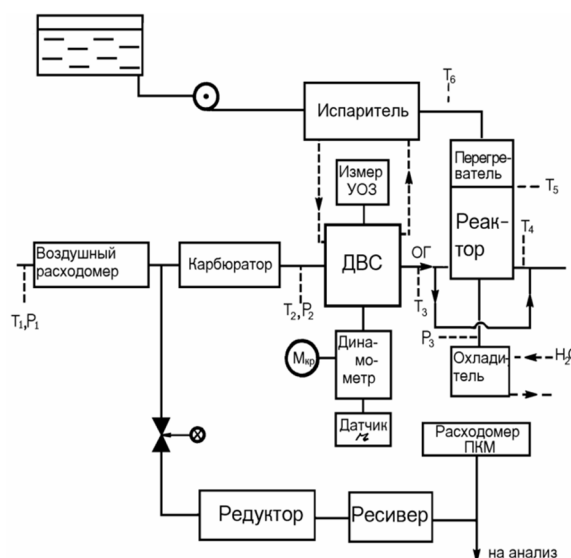


Рис.1. Схема испытательного стенда

Жидкий метанол из бака насосом подавался в испаритель, где за счет тепла охлаждающей жидкости нагревался до 80⁰С. Далее пары метанола поступали в перегреватель, где нагревались до температуры, необходимой для процесса диссоциации. После перегревателя пары метанола поступали в реактор, где в контакте с катализатором и под воздействием тепла ОГ происходит эндотермическая реакция, протекающая по уравнению 1:



Продукты конверсии метанола (ПКМ) покидали реактор, имея температуру около 300⁰С.

Перед подачей в двигатель ПКМ охлаждались, путем пропускания его через межтрубное пространство перегревателя, для улучшения коэффициента наполнения цилиндров. Обратный клапан, расположенный между реактором и испарителем, исключал попадание ПКМ назад в реактор при неработающем двигателе. Редукционный клапан регулировал давление, под которым ПКМ поступали в цилиндры двигателя.

Реактор конверсии метанола разрабатывался и проектировался, исходя из условия обеспечения работы двигателя на режимах холостого хода и 10% от номинального режима (рис.2).

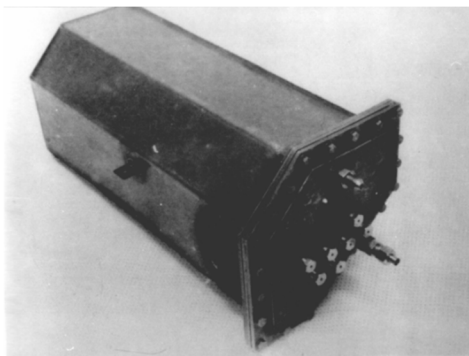
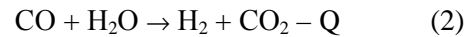


Рис. 2. Общий вид реактора конверсии метанола

От выбора катализатора главным образом зависит кинетика реакции и, таким образом, состав продуктов реакции. Катализаторы на основе интерметаллического соединения (ИМС) показали высокую стабильность и активность в реакциях с участием водорода. Разработанный Институтом органической химии РАН катализатор на основе интерметаллида $\text{LaNi}_3\text{Co}_2\text{H}_4$ и связующего металлического никеля (гидрид интерметаллида – 66-80%, никель- 20-34% масс.) имеет наиболее приемлемые показатели для автомобильной системы конверсии метанола.

Объем загружаемого в реактор катализатора составлял 2,25л при насыпном весе 3,3 кг/л, содержание воды в исходном метаноле – 2,5% масс.

При разложении водного раствора метанола в каталитическом реакторе протекает экзотермическая реакция конверсии СО водяным паром с выделением диоксида углерода, позволяющая повысить степень конверсии метанола (2):



Для повышения степени конверсии метанола существует два пути: либо повышать температуру ОГ дополнительным сжиганием части топлива, либо уменьшить потери тепла в межтрубной полости реактора путем интенсификации теплообмена (создание кипящего слоя, пористого аккумулятора, применения тепловых труб и т.д.).

Разработанная система питания двигателя продуктами конверсии метанола (ПКМ) обеспечивает только частичную конверсию метанола и может служить бортовым источником водородсодержащей присадки к традиционному топливу.

Выводы

- метанол можно рассматривать в качестве жидкого носителя водорода, что разрешает проблему хранения последнего на борту автомобиля;
- продукты конверсии метанола являются перспективным моторным топливом, позволяющим снизить токсичность отработавших газов и повысить эффективность рабочего процесса двигателя с термохимической регенерацией теплоты ОГ.

Література

1. Носач В.Г. Энергия топлива. Киев: Наук.думка, 1989.-148 с.
2. Носач В.Г., Кривоконь А.А. Повышение экономичности двигателя внутреннего сгорания путем конверсии топлива в продуктах сгорания //Промышленная теплотехника.-1985.-Т.7.-№ 5.-С.88-92.
3. Носач В.Г., Кривоконь А.А. Совершенствование превращения топливной энергии в двигателях внутреннего сгорания//Вестник УкрАН. 1985.-№ 2.- С.63-67.
4. Сабиров Ж. М. Газификация и конверсия автомобильных топлив. – Ташкент: Фан, 1984, 96с.
5. Hirota T. Study of the methanol reformed gas engine // ISAE Review /1981-N4.-p.7-13.

Рецензент: А.П. Кравченко, профессор, д.т.н. ВНУ им. В. Даля

Статья поступила в редакцию 13 сентября 2013 г.