

УДК 530.17+536.7+541.8(11)

*Маринин В.С., д-р техн. наук, вед. науч. сотр., ИПМаш НАНУ,
Умеренкова К.Р., канд. техн. наук, ст. преп., УГЗУ*

ЭКОЛОГИЧНЫЕ ДВИГАТЕЛИ – ПУТЬ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

(представлено д-ром техн. наук Кривцовой В.И.)

Обеспечение техногенной безопасности окружающей среды связано с уменьшением выбросов в атмосферу токсичных веществ. Одним из путей решения этой проблемы является создание экологически безопасных автомобильных двигателей, конвертированных на альтернативные моторные топлива (АМТ). Предложен новый эффективный метод определения теплофизических свойств таких топлив.

Постановка проблемы. Значительная антропогенная нагрузка на биосферу в больших городах приводит к существенным изменениям их мезоклимата, что определяется, как правило, формированием дымопылевого купола, т.е. особого слоя воздуха, насыщенного газовыми примесями и разными аэрозолями. Это приводит к усилению парникового эффекта, что обусловлено высокой концентрацией водяного пара и двуокиси углерода, а также к изменению интенсивности солнечной радиации за счет изменения оптических свойств околосреднего слоя воздуха. Постепенно в атмосфере над городом накапливается большое количество токсических, канцерогенных и мутагенных соединений, которые попадают в окружающую среду с продуктами сгорания угля, нефти и моторных топлив от транспортных средств (больше 70% всех вредных выбросов) и промышленных предприятий.

Приблизительная оценка суммарной массы токсических, мутагенных и канцерогенных веществ, которые попадают в атмосферу Украины с отработавшими газами автотранспортных двигателей, составляет 4560 тыс. т за год (2000 г.). Учитывая, что основная масса вредных выбросов концентрируется в областях дымопыльных куполов городов, можно обоснованно считать, что на каждого городского жителя приходится не меньше 130 кг токсических выбросов ежегодно [1].

Своевременным реагированием на угрозу возникновения чрезвычайных ситуаций, вызванных ухудшением экологии, явля-

ются мероприятия, уменьшающие загрязнение атмосферы вредными выбросами. Одним из направлений оптимального решения проблемы является использование альтернативных топлив и, в частности, природного газа (ПГ) для экологически чистого транспорта [2]. Для этого необходимы разработка и внедрение систем переоборудования бензиновых и дизельных автомобилей, а также конструирование современных “экологичных двигателей”.

Использование ПГ в качестве моторного топлива на транспорте приведет к значительному оздоровлению воздушного бассейна. Так, по сравнению с бензиновыми двигателями, в продуктах сгорания снижается содержание токсических веществ [3] (бензин/природный газ): свинца – 0,42/0 г/дм³, SO₂ – 5,5/0 млн⁻¹, NO_x–257,3/18,0 млн⁻¹, СН – 83,2/19,2 млн⁻¹, СО – 1,46/0,16 % . Как видно, использование ПГ вместо бензина значительно снижает уровень токсичности отработавших газов.

Анализ последних исследований и публикаций. Для исследований, проводимых по проблеме использования АМТ в энергоустановках, актуальной задачей является разработка современных методов прогнозирования теплофизических свойств топлив в широких диапазонах состояний - от сжиженного газа до параметров сгорания или теплового разложения. На основе проведенного анализа существующих методов [4-7] сделан вывод о том, что различные модельные схемы и эмпирические уравнения (теория соответственных состояний, решеточные модели, групповые модели) могут давать приемлемые количественные результаты в ограниченных диапазонах состояний. При этом для расчетов требуется значительная исходная информация о свойствах компонентов и их смесей. Что касается практически важной области жидкой фазы АМТ, то указанные методы, как правило, в данном случае неработоспособны.

Постановка задачи и ее решение. Такое состояние проблемы диктует необходимость развития современных статистико-механических методов описания свойств АМТ, использующих минимум исходных данных и параметров. Проводимые исследования посвящены применению оригинальной модифицированной схемы термодинамической теории возмущений (МТВ) [8] для описания свойств многокомпонентных смесей (ПГ).

Предложенная расчетная схема [9] обобщена для определения теплофизических свойств многокомпонентных АМТ. Удельная

смеси между фазами $n^V(x_i^V - x_i^L) = x_i^0 - x_i^L, i = 1, \dots, n$, где n^V – газосодержание (мольная доля паровой фазы в двухфазной смеси). Это дает возможность определить также равновесные составы $\{x_i^L\}, \{x_i^V\}$ этих фаз.

В табл.1 полученные расчетным путем значение молярного объема углеводородной смеси, соответствующей возможному составу природного газа, сравниваются с экспериментальными данными, приведенными литературе [4]. Погрешность расчета показывает хорошее согласие экспериментальных и расчетных значений.

Таблица 1 – Сравнение экспериментального и расчетного значения молярного объема углеводородной смеси

Состав смеси. Мольные доли компонентов, %	T, K	P, MPa	$V_{эксп},$ м ³ /кмоль [4]	Расчет по МТВ	
				$V_{расч},$ м ³ /кмоль	Погрешность, %
CH ₄ =77,43 C ₂ H ₆ =5,74 C ₃ H ₈ =2,99 n-C ₅ H ₁₂ =4,66 C ₇ H ₁₆ =3,59 C ₁₀ H ₂₂ =2,63 H ₂ S=2,96	338,71	21,75	0,1003	0,1004	0,09

В результате решения задачи о равновесии фаз жидкость - пар для углеводородных АМТ различных фракционных составов определены плотность, энтальпия и энтропия вдоль линии насыщения (табл.2).

Таблица 2 – Термодинамические свойства смесей АМТ в равновесии с паровой фазой

Состав смеси. Мольные доли компонентов, %	T, K	$D_m,$ кг/м ³	$-H_m,$ кДж/кг	$S_m,$ кДж/(кг К)
CH ₄	105	431,37	308,60	4,729
	112	422,07	285,46	4,942
	120	410,27	257,62	5,181

Продолжение таблицы 2

CH ₄ =99,5	105	448,18	310,16	4,688
C ₂ H ₆ =3	112	438,71	288,05	4,891
N ₂ =1	120	426,86	261,37	5,120
CO ₂ =0,5				
CH ₄ =99,5	105	446,35	311,86	4,695
C ₂ H ₆ =3	112	436,97	289,71	4,898
C ₃ H ₈ =0,5	120	425,22	263,01	5,127
N ₂ =1				
CH ₄ =95				
C ₂ H ₆ =3	105	450,78	311,04	4,675
C ₃ H ₈ =0,5	112	441,32	289,11	4,876
N ₂ =1	120	429,50	262,66	5,103
CO ₂ =0,5				
CH ₄ =94				
C ₂ H ₆ =3	105	453,80	306,18	4,676
C ₃ H ₈ =0,5	112	444,19	284,27	4,877
N ₂ =2	120	432,19	257,91	5,104
CO ₂ =0,5				
CH ₄ =94				
C ₂ H ₆ =4	105	453,76	313,44	4,660
C ₃ H ₈ =0,5	112	444,32	291,75	4,859
N ₂ =1	120	432,56	265,55	5,084
CO ₂ =0,5				

Здесь D_m – плотность смеси, H_m – энтальпия смеси, S_m – энтропия смеси.

Выводы. В комплекс технических мероприятий, направленных на увеличение техногенной безопасности в окружающей среде, одним из пунктов входит создание экологичных двигателей. В настоящее время техногенная нагрузка на окружающую среду (уровень токсичных веществ в продуктах сгорания) в городах Украины превышает в 4–5 раз показатели развитых стран. Предложен метод расчета параметров АМТ (в частности, природного газа), используемых при моделировании рабочих процессов в экологически безопасных двигателях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карп І.М., Биков Г.О. Перспективи використання природного газу як моторного палива на автотранспорті України. // *Екотехнологии и ресурсосбережение*. – 2002. – № 1. – С. 3–8.
2. Буравлев Е.П., Стогний В.С. Устойчивое развитие энергетики. // *Екотехнологии и ресурсосбережение*. – 2002. – № 2. – С. 3–8.
3. Fghbali B. Natural gas as a vehicular fuel // *SAE Techn. Pap. Ser.* - 1984. - N 841159. - P. 9.
4. Калашников О.В. Моделирование фазового поведения углеводородов: выбор уравнения состояния. // *Екотехнологии и ресурсосбережение*. – 2003. – № 1. – С. 22–29.
5. Уэйлес С. Фазовые равновесия в химической технологии. – М.: Мир, 1989. – 664 с.
6. Морачевский А.Г., Смирнова Н.А., Пиотровская Е.М. Термодинамика равновесия жидкость-пар. – Л.: Химия, 1989. – 344 с.
7. Смирнова Н.А. Молекулярные теории растворов. – Л.: Химия, 1987. – 336 с.
8. Маринин В.С., Пашков В.В. О возможной модификации метода теории возмущений в статистической физике жидкостей // *Укр. физ. журн.* - 1976. - Т. 21, № 10. - С. 1695-1700.
9. Маринин В.С., Умеренкова К.Р. Определение термодинамических характеристик газовых и газоконденсатных смесей // *Проблеми надзвичайних ситуацій*. - Харьков: УЦЗУ, 2007. - выпуск 5. - С. 132-139.
nuczu.edu.ua