

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ДЛЯ ИСПАРЕНИЯ СЖИЖЕННОГО ГАЗА НА РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ ГАЗОБАЛЛОННОГО АВТОМОБИЛЯ

Одним из недостатков газобаллонного автомобиля является увеличение затрат на топливо в условиях низких температур. Снизить эти затраты при низких температурах окружающей среды и коротких поездках можно путем дополнительного подогрева элементов газоподающей системы с использованием различных методов нагрева. Определена мощность, необходимая для испарения сжиженного газа, для двух режимов – холостого хода и движения по городу.

Использование сжиженного газа в качестве топлива позволяет снизить токсичность отработавших газов, износ двигателя, увеличить пробег между заменами моторного масла, продлить срок службы свечей зажигания и деталей системы выпуска, снизить затраты на топливо.

Наибольшее распространение в условиях эксплуатации получили эжекционные газовые системы питания автомобильных двигателей, однако, ужесточение экологических и экономических требований к современным автомобилям стимулирует применение систем впрыска газа / 1/. Системы впрыска газа имеют много преимуществ перед эжекционными системами. Однако опыт эксплуатации систем впрыска газа выявил один существенный недостаток, впрочем, свойственный также эжекционным системам. В зимний период при температурах окружающей среды ниже -15 , -20°C и коротких поездках двигатель прогревается до температуры, обеспечивающей надежную работу системы впрыска газа, только к концу поездки. Для перевода двигателя на газовое питание требуется его длительный прогрев, нередко превышающий по времени продолжительность поездки. Таким образом, большую часть пробега автомобиля двигатель работает на бензине, что приводит к увеличению эксплуатационных затрат на топливо.

Этот недостаток обусловлен низкой эффективностью теплообменника газоподающей системы при низкой температуре двигателя и конструкцией газоподающей системы, в которой газовый редуктор и форсунка не подогреваются теплоносителем системы охлаждения двигателя.

Очевидно, что снизить эксплуатационные затраты на топливо при низких температурах окружающей среды и коротких поездках можно путем дополнительного подогрева элементов газоподающей системы с использованием различных видов энергии. В связи с этим имеется несколько путей снижения эксплуатационных затрат на топливо:

- с использованием электрической энергии;
- с использованием энергии отработавших газов;
- с использованием энергии сгорания топлива (газа или бензина) в автономном подогревателе.

Цель исследования – определение мощности, необходимой для испарения сжиженного газа, на различных режимах эксплуатации газобаллонного автомобиля.

Мощность, необходимая для испарения сжиженного газа, зависит от расхода газа и разности теплосодержаний (энтальпий) перегретого пара и сжиженного газа и определяется формулой:

$$N_r = C_r (i_n - i_{ж}) \quad (1)$$

где C_r – расход газа двигателем, кг/с;

i_n – теплосодержание перегретого пара при заданной температуре и давлении, дж/кг.

Принимаем для температуры 10°C , чтобы исключить замерзание воды в газе, $511640,9$ дж/кг /2/. Этот показатель мало изменяется при изменении абсолютного давления во впускном коллекторе от $0,3$ до $1,0$ кг/см²;

$i_{ж}$ – теплосодержание сжиженного газа при заданной температуре и давлении, дж/кг. Принимаем для абсолютного давления в баллоне $2,0$ кг/см² и температуры пропана -30°C , $36536,8$ дж/кг /2/.

Определим мощность, необходимую для испарения сжиженного газа, для двух режимов – холостого хода и движения по городу.

Расход газа на режиме холостого хода определим через расход бензина

$$C_r = 1,32 C_6 \rho_r \quad (2)$$

где C_6 – расход бензина двигателем, л/с;

ρ_r – плотность газа, кг/л. Для пропана $0,509$ кг/л при температуре 15°C /2/;

$1,32$ – коэффициент, учитывающий соотношение расходов бензина и газа /3/.

Мгновенный расход бензина двигателем при прогреве на холостом ходу зависит от температуры двигателя (рисунок 1) и соответствен-

но мощность, необходимая для испарения сжиженного газа, так же зависит от температуры двигателя (рисунок 2). Данные приведены для двигателя ЗМЗ-4062.10.

Для расчета расхода топлива и мощности, необходимой для испарения сжиженного газа, при движении по городу разработана математическая модель автомобиля, блок-схема которой представлена на рисунке 3.

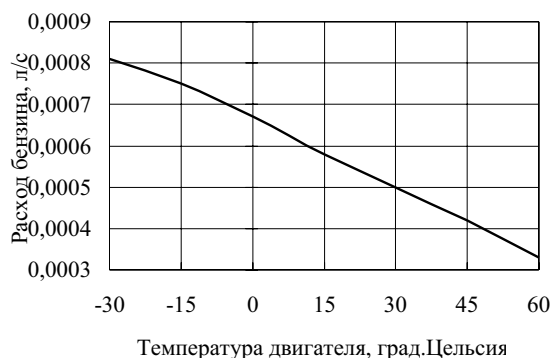


Рисунок 1. Экспериментальная зависимость мгновенного расхода бензина двигателем ЗМЗ-4062.10 от его температуры при прогреве на холостом ходу

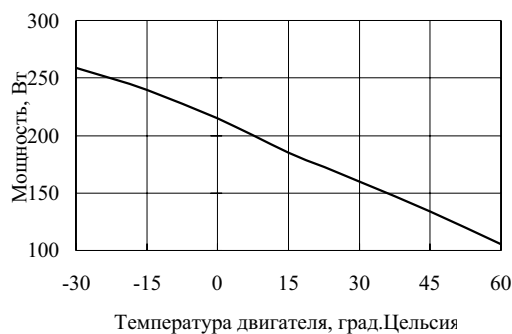


Рисунок 2. Расчетная зависимость мощности, необходимой для испарения сжиженного газа, от температуры двигателя при прогреве на холостом ходу. Двигатель ЗМЗ-4062.10

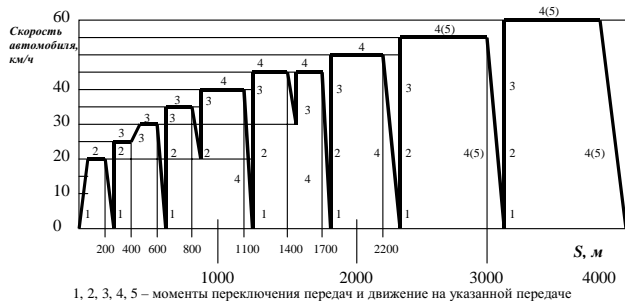


Рисунок 3. Блок-схема модели автомобиля для расчета расхода топлива и мощности, требуемой для испарения сжиженного газа. ($V_{аз}$ – заданная скорость движения автомобиля; V_a – скорость движения автомобиля; n – частота вращения коленчатого вала ДВС; β – степень открытия дроссельной заслонки; $P_{тор}$ – тормозная сила; i – номер передачи КПП; C_r – секундный расход газа ДВС; S – путь, проходимый автомобилем; C_{r100} – путьевой расход газа; N_f – мощность, необходимая для испарения газа)

Режим движения автомобиля (скорость движения, степень открытия дроссельной заслонки, номер передачи, замедление) определяется в соответствии с операционной картой городского цикла движения на дороге /4/ (рисунок 4). Регулирование скорости движения автомобиля осуществляется посредством изменения степени открытия дроссельной заслонки, выбора передачи и создания тормозной силы на колесах автомобиля.

Расход газа в модели определяется через расход воздуха двигателем

$$C_r = C_b (1 - D_r) / W_{пр}^0 \quad (3)$$

где C_b – расход воздуха двигателем, кг/с;

D_r – содержание газа в горючей смеси при стехиометрическом составе топливовоздушной смеси. Для пропана 0,0402 /2/;

$W_{пр}^0$ – теоретически необходимое количество воздуха для сгорания пропана – 15,7 кг/кг /2/.

Расход воздуха двигателем определяется в свою очередь частотой вращения двигателя и степенью открытия дроссельной заслонки. Расчетная зависимость мощности, необходимой для испарения сжиженного газа, от частоты вращения и степени открытия дроссельной заслонки

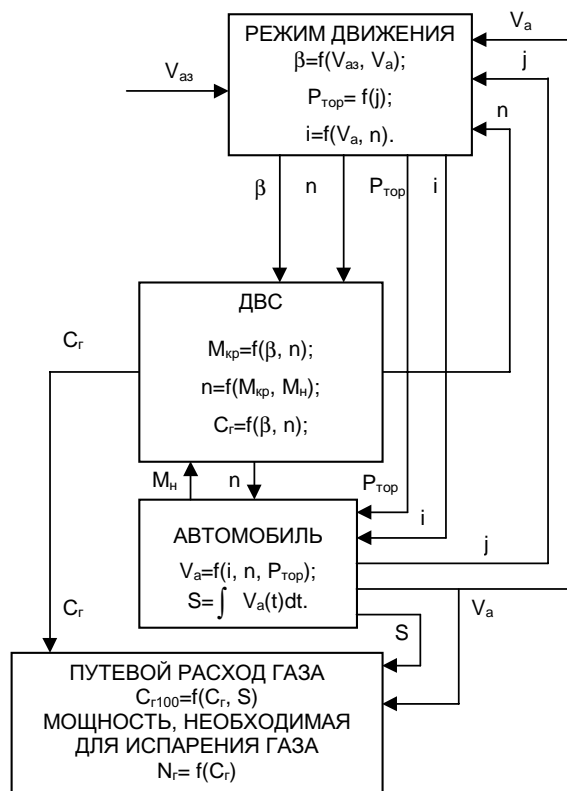


Рисунок 4. Схема городского ездового цикла на дороге для АТС полной массой до 3,5 т /4/

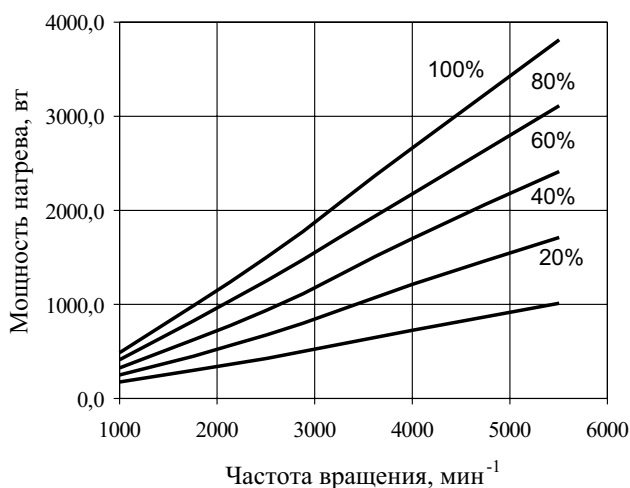


Рисунок 5. Расчетная зависимость мощности, необходимой для испарения сжиженного газа, от частоты вращения и степени открытия дроссельной заслонки для двигателя ЗМЗ-4062.10

ки для двигателя ЗМЗ-4062.10 представлена на рисунке 5.

Расчетным путем с использованием модели определялись мгновенный и путевой расход топлива, мгновенная и средняя мощность, необходимая для испарения сжиженного газа, а также средняя скорость движения. Результаты расчетов для автомобиля ГАЗ-3110 с двигателем ЗМЗ-4062.10 представлены в таблице.

Анализ результатов расчетов показывает, что на режиме холостого хода двигателя ЗМЗ-4062.10 автомобиля ГАЗ-3110 мощность, необходимая для испарения сжиженного газа, изме-

няется от 260 Вт при температуре -30С⁰ до 110 Вт при температуре 60С⁰. При движении по городскому циклу /4/ средняя мощность, необходимая для испарения сжиженного газа, составляет 255,6 Вт, а максимальные значения мощности достигают 1809 Вт. Эти результаты позволяют рассчитать основные параметры подогревателя сжиженного газа, который может обеспечить работу системы подачи газа при низких температурах двигателя.

В дальнейшем предполагается провести эксплуатационные испытания для подтверждения представленных расчетов и предположений.

Таблица. Результаты расчетов показателей городского цикла для автомобиля ГАЗ-3110 с двигателем ЗМЗ-4062.10

Номер операции городского цикла	Отметки пути, м	Энергия, необходимая для испарения сжиженного газа, Дж	Время, с	Средняя мощность, необходимая для испарения сжиженного газа, Вт	Наличие максимума мощности за цикл и его величина, Вт
1	0-200	8353	53	157,6	-
2	200-400	8572	48,76	175,8	-
3	400-600	4415	25	176,6	-
4	600-800	9677	42,63	227,0	-
5	800-1100	8249	29,24	282,1	-
6	1100-1400	13371	48,91	273,4	1809
7	1400-1700	7441	25,17	295,6	-
8	1700-2200	19073	62,14	306,9	1809
9	2200-3000	28868	110,04	262,3	1809
10	3000-4000	30905	98,65	313,3	1809
Суммарные показатели за цикл	4000	138925	543,5	255,6	-
Средняя скорость движения за цикл, км/ч	26,49				
Путевой расход топлива за цикл, л/100 км	14,36				

Список использованной литературы:

1. Громыко П.С., Савушкин А.Н. Инжекторные газобаллонные системы топливоподачи//Автомобильная промышленность. – 1997. – №11. – с.16-18.
2. Самоль Г.И., Гольдблат И.И. Газобаллонные автомобили. – М.: Машгиз, 1963.-388 с.
3. Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте: Руководящий документ Р 3112194-0366-03. Срок действия до 01.01.2008 г. Минтранс России, Департамент автомобильного транспорта. Федеральное государственное унитарное предприятие ГосНИИ автомобильного транспорта (ФГУП НИИАТ), – М., 2003 г., 64 с.
4. ГОСТ 20306-90. Автотранспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 32 с.