

Использование природного газа на автономных локомотивах

А.В. ЗАРУЧЕЙСКИЙ, канд. техн. наук, заместитель заведующего отделением «Тяговый подвижной состав» ОАО «ВНИИЖТ»



В целях снижения энергоемкости перевозочного процесса и улучшения экологических показателей ОАО «Российские железные дороги» ведут активные исследования в области применения альтернативных видов топлива. Наиболее доступным и емким по разведанным запасам альтернативным видом топлива является природный газ. Работы по применению природного газа были начаты в СССР еще в конце 1980-х годов.

Требования, которые были сформулированы железными дорогами, заключались в следующем:

- использование газодизельного цикла с сохранением возможности работы на дизельном топливе;
- минимальные изменения конструкции тепловоза;
- обеспечение топливной экономичности при работе тепловоза только на дизельном топливе не хуже, чем у базового дизеля;
- обеспечение требований пожарной и взрывобезопасности.

На первом этапе были созданы опытные образцы маневровых и магистральных тепловозов. В результате развала СССР часть магистральных тепловозов, оставшихся на Украине, была утрачена. В России сохранился созданный во ВНИИЖТе макетный образец маневрового газотепловоза ТЭМ2У-8496.

На основе накопленного институтом и промышленностью опыта в 1996 году

были построены два опытных тепловоза ТЭМ18Г (рис. 1). После наладки, произведенной с участием специалистов ВНИИЖТа, тепловозы были направлены для эксплуатации сначала на Октябрьскую, потом на Московскую и Свердловскую железные дороги. Испытания тепловозов показали, что при выполнении требований заказчика обеспечивается устойчивая работа с подачей газа с 4-й позиции контроллера, что соответствует ориентировочно 35% номинальной мощности дизеля. При этом удалось обеспечить требуемый уровень топливной экономичности дизеля при работе на дизельном топливе.

Длительные эксплуатационные испытания газотепловозов ТЭМ18Г подтвердили эффективность и работоспособность предложенных технических решений. Максимальное замещение дизельного топлива газом достигло 50%. В среднем процент замещения дизельного топлива газом находился на уровне 42%, что позволило обеспечить

экономия средств на топливо от 21 до 25%. Получены положительные результаты по снижению выбросов вредных веществ в 1,5–2 раза. Технические характеристики отечественных газотепловозов приведены в *таблице 1*.

Достигнутые результаты дали основание для включения этого направления в Энергетическую стратегию ОАО «РЖД», что соответствует целям и приоритетам Энергетической стратегии России на период до 2020 года.

Вместе с тем в эксплуатации были выявлены некоторые недостатки конструкции первых опытных газотепловозов:

- низкая надежность инвертора для питания вентиляторов кузова, изготовленных ЗАО «УК БМЗ», и механических газовых клапанов, изготовленных ОАО «Пензадизельмаш»;
- низкий запас газа;
- работа с подачей газа только с 4-й позиции КМ.

Имелись также организационные недостатки:

- отсутствие обученного персонала, и, как следствие, невозможность правильной эксплуатации тепловозов;
- отсутствие специализированного автогазозаправщика для заправки тепловозов сжатым газом с длительной заправкой.

Полученные результаты явились основой для проведения дальнейших ис-



Рис. 1. Тепловоз ТЭМ18Г-001.

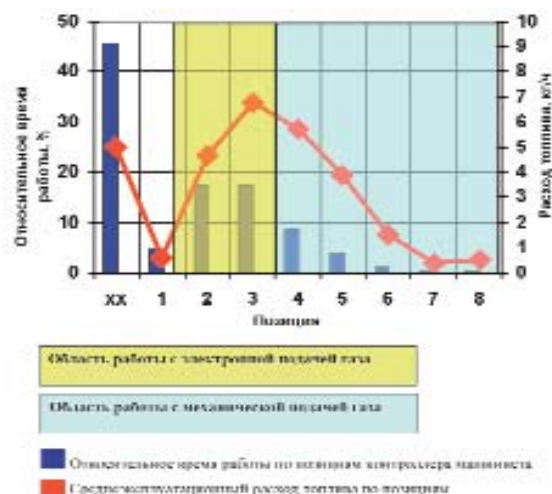


Рис. 2. Работа дизеля газотепловоза.

Таблица 1. Технические характеристики отечественных маневровых газотепловозов

Параметры	Газотепловозы		
	ЧМЭЗГ	ТЭМ18Г-001	ТЭМ18Г-002
Количество газа, кг, при температуре окружающей среды °С: +20 0 -20	800	600	600
	890	660	660
	940	700	700
Давление газа, кг/см ²	250	200	200
Исполнение баллона	металло-композитные	стальные	стальные
Количество баллонов, шт	36	17	17
Суммарная масса баллонов, кг	2000	6000	6000
Период опытной эксплуатации		2000-2006	2000-2006
Замещение дизельного топлива природным газом, %:			
	Ховрино Моск. ж.д.	35-50	35-50
	Луховицы Моск. ж.д.	-	27-51
	Свердловск Свердлов. ж.д.	36-48	-
Минимально гарантированный срок работы без заправки, сут	4	2,5	2,5
Рабочие позиции:	3-8	3-8	3-8

следований по применению природного газа на тепловозах. Цель следующего этапа исследований — получение новых качественных результатов, а именно повышение степени замещения дизельного топлива природным газом и обеспечение работы дизеля с подачей природного газа на мощностях менее 35% от номинальной мощности дизеля, повышение запаса природного газа.

В результате анализа были выбраны следующие основные направления совершенствования газотепловозов:

- применение систем электронной подачи газа и топливной аппаратуры, обеспечивающей высокое качество распыла на малых нагрузках. Такая система создана институтом в прошлом году;
- повышение давления природного газа в баллонах, применение газовых баллонов на основе новых конструктивных материалов.

На сегодняшний день институтом проведен цикл испытаний электронно-управляемой системы газоподдачи на

дизеле тепловоза ТЭМ2У-8496, которые показали возможность устойчивой работы с подачей газа начиная с 25% номинальной мощности дизеля, что, по расчетам, обеспечивает замещение 65% дизельного топлива газом (рис. 2). В следующем году планируется оборудовать этой системой тепловозы ТЭМ18Г-001 и 002.

Одной из проблем, препятствующих массовому внедрению газотепловозов, является запас газа. На тепловозах природный газ может храниться как в сжиженном, так и в сжатом состоянии. Обе системы обладают достоинствами и недостатками. К преимуществам сжиженного газа относится большой запас газа. Однако для подачи его в цилиндры необходимо наличие системы регазификации, которая обладает значительной инерционностью. Кроме того, качество сжиженного газа зависит от производителя и оказывает существенное влияние на технико-экономические характеристики газотепловозов. С этой проблемой столкнулись специалисты

ВНИКТИ. Размещение необходимого запаса сжатого газа требует применения высокотехнологичных баллонов с высоким давлением. В 2004 году был создан опытный образец маневрового газотепловоза ЧМЭЗГ, в конструкции которого применены баллоны из композитных материалов, позволившие увеличить запас газа на 30%.

По оценке ВНИИЖТа, для маневровой работы наиболее предпочтительным является применение сжатого природного газа вследствие меньшей инерционности системы регазификации. Расчеты показывают, что применение современных баллонов позволяет обеспечить требуемый запас газа для эксплуатации между экипировками в течение 7 суток (таблица 2).

Результаты, полученные в ходе подконтрольной эксплуатации тепловозов ТЭМ18Г с электронной системой подачи газа и тепловоза ЧМЭЗГ с новыми баллонами, станут основой для создания перспективных газотепловозов, которые будут строиться

Таблица 2. Зависимость запаса природного газа на маневровом тепловозе от объема баллонов и рабочего давления

Давление газа в баллоне, кг/см ²	коэфф. сжимаемости К	Суммарный объем баллонов, м ³		Время между заправками, сут min	Суммарный объем баллонов, м ³		Время между заправками, сут min	Суммарный объем баллонов, м ³		Время между заправками, сут min	Суммарный объем баллонов, м ³		Время между заправками, сут min	Суммарный объем баллонов, м ³		Время между заправками, сут min
		3,4			4,3			5,0			6,0			7,0		
		Запас газа	Время между заправками, сут min		Запас газа	Время между заправками, сут min		Запас газа	Время между заправками, сут min		Запас газа	Время между заправками, сут min		Запас газа	Время между заправками, сут min	
150	0,7	729	510	2,1	921	645	2,7	1071	750	3,2	1286	900	3,8	1500	1050	4,4
200	0,8	850	595	2,5	1075	753	3,2	1250	875	3,7	1500	1050	4,4	1750	1225	5,1
250	0,85	1000	700	2,9	1265	885	3,7	1471	1029	4,3	1765	1235	5,2	2059	1441	6,1
320	0,9	1209	846	3,6	1529	1070	4,5	1778	1244	5,2	2133	1493	6,3	2489	1742	7,3
400	1	1360	952	4,0	1720	1204	5,1	2000	1400	5,9	2400	1680	7,1	2800	1960	8,2

■ тепловоз ТЭМ18Г ■ тепловоз ЧМЭЗГ ■ время работы между экипировками, превышающее 5 суток



Рис. 3. Газотурбинный двигатель ГТД-1000.

ЗАО «УК «БМЗ» на базе тепловозов типа ТЭМ10. По нашему мнению, к созданию газотепловозов подключатся и другие российские производители тепловозов.

Анализ перспектив развития силовых установок показал, что одним из перспективных направлений развития автономной тяги является применение газотурбинных силовых установок. Исследования, проведенные совместно с ФГУП «ЦИАМ», показали возможность создания транспортного газотурбинного двигателя, обладающего более высоким КПД, чем дизель. Разработанные для этих двигателей законы регулирования позволяют существенно повысить топливную экономичность на частичных нагрузках, что практически недостижимо для тепловозных дизелей. Преимуществом газотурбинного двигателя является возможность работы на различных видах топлива, в частности на природном газе. При этом не требуется подача запальной порции дизельного топлива.

Основные требования, сформулированные для транспортного газотурбинного двигателя, заключаются в обеспечении 100% работы на природном газе и КПД не менее 40% в диапазоне нагрузок 0,2...1,0 от номинальной мощности.

Первый двигатель, который разработан в соответствии с нашими требованиями, изготовлен ФГУП «ММПП «Салют» (рис. 3) и будет установлен на опытном образце маневрового газотурбовоза ТГЭМ10 (рис. 4). Запас газа хранится на газотурбовозе в сжатом виде в баллонах, расположенных в бустерной секции.

В перспективе возможно создание локомотива на топливных элементах, где необходимый для работы водород будет получаться из природного газа.

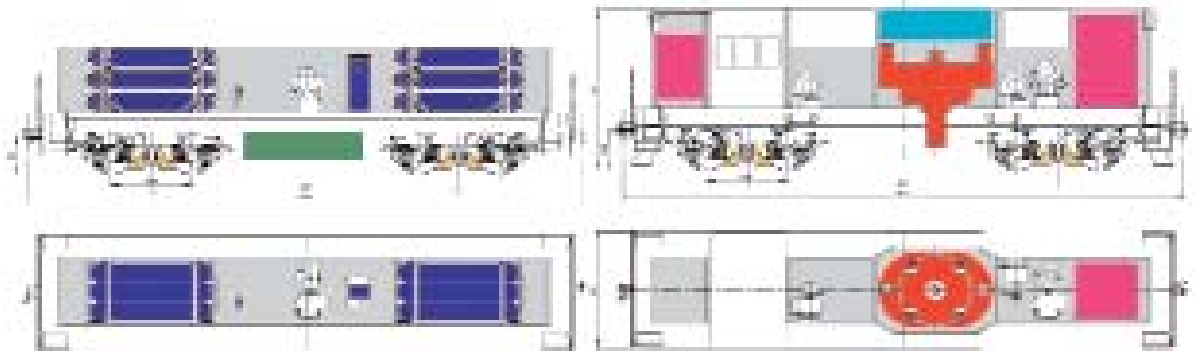


Рис. 4. Маневровый газотурбовоз ТГЭМ10.

КУПОН НА ПОДПИСКУ

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ! Для оформления подписки на журнал просим заполнить настоящий бланк и выслать по адресу: 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9.

После получения купона мы отправим Вам счет. Оплатив его, отправьте в редакцию копию платежного поручения по факсу (812) 310-40-97. Поля, обязательные для заполнения, отмечены звездочкой (*).

Наименование предприятия *

Адрес доставки (фактический) *

Тел. Факс * E-mail *

Фамилия, имя, отчество *

должность

Юридический адрес *

ИНН * КПП *

Название банка *

Расчетный счет *

Корреспондентский счет * БИК *

2009 г. *

№1 №2 №3 №4 №5 №6

Количество экземпляров *

СТОИМОСТЬ ОДНОГО ЭКЗЕМПЛЯРА (БЕЗ УЧЕТА СТОИМОСТИ ДОСТАВКИ) — 300 Р., ВКЛЮЧАЯ НДС

По этому купону у Вас есть возможность заказать не только новые, но и предыдущие номера издания.

2008 г. *

№1 №2 №3 №4 №5 №6

Количество экземпляров *

СТОИМОСТЬ ОДНОГО ЭКЗЕМПЛЯРА (БЕЗ УЧЕТА СТОИМОСТИ ДОСТАВКИ) — 230 Р., ВКЛЮЧАЯ НДС