

## ТРАНСПОРТ

---

УДК 621.33

МРНТИ 73.29.71

**Н. А. Данияров**, д.т.н., **С. К. Малыбаев\***, д.т.н.,  
**А.К. Келисбеков\***

Карагандинский научно-исследовательский  
институт промышленной безопасности

Карагандинский государственный технический университет\*

### К ВОПРОСУ ОБ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОНОМНЫХ ЛОКОМОТИВОВ

---

В статье рассмотрены вопросы эффективности эксплуатации автономных локомотивов. Для сравнительного анализа энергоэффективности работы различных видов автономного подвижного состава выполнены тяговые и технико-экономические расчеты эксплуатационных расходов. Результаты проведенных исследований показали, что использование в качестве альтернативного топлива сжиженного газа является одним из путей по внедрению мероприятий по повышению энергоэффективности работы автономного железнодорожного транспорта.

**Ключевые слова:** автономные локомотивы, сжиженный газ, энергоэффективность эксплуатации автономных локомотивов.



Мақалада дербес локомотивтерді пайдаланудың энерготииімділігі жәйлі мәселелер қарастырылған. Әртүрлі дербес жылжымалы құрам жұмысының энерготииімділігін салыстыра талдау үшін пайдалану шығындарының тарту және технико-экономикалық есептемесі жүргізілді. Зерттеулер нәтижесі, балама отын ретінде сұйытылған газды қолдану дербес теміржол көлігі жұмысының энерготииімділігін арттыру шараларын енгізу жолдарының бірі болып табылатынын көрсетіп отыр.

**Түйінді сөздер:** дербес локомотивтер, сұйытылған газ, дербес локомотивтерді пайдаланудың энергиялық тиімділігі.

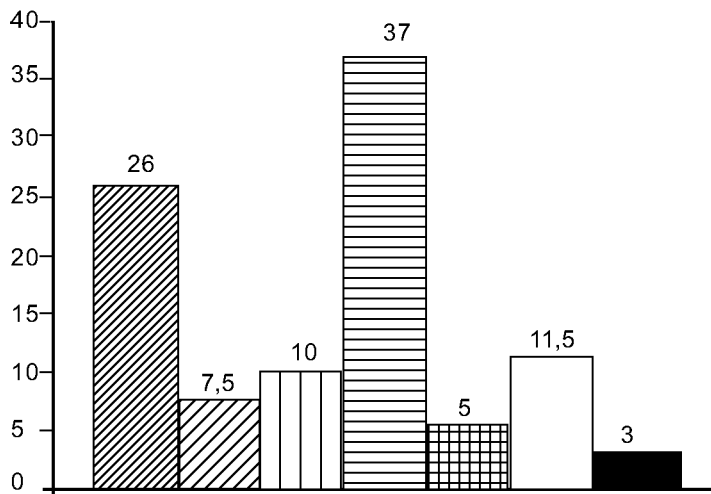


The article considers the questions of operation efficiency of independent locomotives. For the comparative analysis of performance energy efficiency of different types of independent rolling stock tractive and technical-economic calculations of operational costs are executed. Results of the carried-out researches showed that use as alternative fuel of the liquefied gas, is one of

ways to increase overall performance of independent railway transport.

**Key words:** independent locomotives, liquefied gas, energy efficiency of independent locomotive operation.

Железнодорожный транспорт Казахстана является одним из крупнейших потребителей энергоресурсов и, в частности, дизельного топлива. С возрастанием объемов перевозочной работы, выполняемой магистральными тепловозами, годовое потребление топливно-энергетических ресурсов еще более увеличится, которые, как известно, являются одной из основных статей эксплуатационных расходов (рисунок).



Структура эксплуатационных расходов локомотивного хозяйства:

▨ – затраты на оплату труда; ▧ – отчисления на социальные нужды;  
□ – материалы; ▩ – топливно-энергетические ресурсы; ▪ – прочие материалы;  
□ – амортизация основных средств; ■ – прочие затраты

На величину эксплуатационных расходов оказывают влияние: объем перевозок, техническая оснащенность транспорта, внедрение прогрессивных технологий, интенсивность использования и обновления технических средств, уровень произво-

длительности труда, нормативы затрат потребляемых материальных ресурсов и цены на них, а также многие другие факторы [1].

Основной причиной, сдерживающей техническое совершенствование локомотивного парка, является традиционный подход к выбору типа силовой установки. В настоящее время на магистральных и маневровых локомотивах применяются двигатели, созданные 40-50 лет назад. К сожалению, серийные двигатели за истекшие годы не преодолели рубеж расхода топлива 192 г/кВт·ч, полученный 40 лет назад, на опытном тепловозном дизеле 3Д70Б [2]. Некоторое снижение эксплуатационного расхода топлива достигнуто совершенствованием конструкции агрегатов и повышением экономичности частичных режимов. Технические показатели применяемых двигателей находятся в области оптимума, поэтому улучшение одних параметров приводит к ухудшению других.

В последнее время после нескольких энергетических и экономических кризисов в мире усилился интерес к поиску так называемых "альтернативных" видов топлива для двигателей внутреннего сгорания. При этом подразумевается альтернатива именно жидкому топливу, запасы которого весьма ограничены и цены на них растут быстрее цен на другие виды топлива [3]. По расчетам специалистов, нашей стране собственных запасов нефти при существующих объемах добычи может хватить на 65 лет.

Именно в поиске путей использования более дешевого, менее дефицитного топлива следует рассматривать проблему "альтернативных" видов топлива и новых "источников" энергии [3]. Решение этой проблемы очень важно для железных дорог Казахстана, около половины протяженности которых при любых реальных темпах электрификации неизбежно будут обслуживаться автономными видами тяги и в XXI в. Поэтому исследования, разработка и создание новых типов энергетических установок и новых видов автономных локомотивов (помимо тепловозов, использующих жидкое топливо) имеют жизненно важное значение для будущего железнодорожного транспорта страны.

Одним из перспективных конструктивных решений, позволяющих повысить эффективность работы автономных локомотивов является переход на использование природного газа. Как показали исследования, природным газом можно заменить на магистральных тепловозах 70-80 % и на маневровых 50-55 % общего объема потребления дизельного топлива. Значительные запасы природного газа в Казахстане в принципе могут обеспечить устойчивое топливоснабжение тепловозов в перспективе.

Первые магистральные газотепловозы, работающие на сжиженном природном газе, были построены в конце 1980-х гг. на Ворошиловградском (Луганском) тепловозостроительном заводе (Украина): два на базе тепловоза 2ТЭ10 и один на базе 2ТЭ116. Каждый газотепловоз состоял из трех секций: двух дизельных и одной криогенной, в которой располагались две криогенные емкости, вмещавшие 17 т сжиженного природного газа (СжПГ) (из которых 3 т - технологический запас, необходимый для поддержания температуры газа) и только 10 т сжатого газа.

В Российской Федерации для решения задач в рамках энергетической стратегии ОАО "Российские железные дороги" в 2005 г. был создан магистральный грузовой газотурбовоз ГТ-1 мощностью 8300 кВт. В качестве силовой установки был применен газотурбинный двигатель (ГТД) НК-361, работающий на сжиженном природном газе. Газотурбовоз ГТ-1 состоит из двух секций. Энергетическое оборудование (ГТД, тяговый генератор) расположено в одной секции, а криогенная емкость для хранения СжПГ и аппаратура топливоподачи - в другой. Применение сжиженного природного газа позволило обеспечить необходимый запас топлива для бездознаправочного пробега в 1000 км.

Для сравнительного анализа энергоэффективности работы 3-х видов автономного подвижного состава (тепловоз 2ТЭ10М, газотепловоз 2ТЭ10МГ, газотурбовоз ГТ1-001) выполнены тяговые расчеты по определению условного расхода топлива перечисленными типами локомотивов. Расчет выполнен для конкретного железнодорожного участка пути: Коктинколь - Жарык протяженностью 53,65 км. При этом допустимая масса состава не пре-

вышла 5033 т, а средняя скорость грузового поезда 45 км/ч.

Годовые затраты на топливно-энергетические ресурсы каждого вида локомотива  $C_{200}$  определялись по формуле:

$$C_{200} = S_{200} * c_{ст} * g_{т*км}, \text{ тенге,} \quad (1)$$

где  $S_{200}$  - средний пробег локомотива в год

$$S_{200} = 64800 \text{ км;}$$

$c_{ст}$  - средняя стоимость 1 кг дизельного топлива и сжиженного природного газа, 104 и 30 тенге соответственно;

$g_{т*км}$  - расход топлива автономными локомотивами на 1 т·км выполненной работы.

При работе газотепловоза общий расход средств в год

$\sum C_{200}$  определялся по выражению:

$$\sum C_{200} = C_{200}^{д.т.} + C_{200}^{СжПГ}, \text{ тенге,} \quad (2)$$

где  $C_{200}^{д.т.}$  и  $C_{200}^{СжПГ}$  – расходы на дизельное топливо и сжиженный природный газ соответственно.

По результатам выполненных исследований (таблица) выявлено, что расход сжиженного природного газа у газотурбовоза ГТ1-001 (26,3 кг) в 1,5 раза превышает расход топлива у эксплуатируемого тепловоза 2ТЭ10М (17,2 кг). Для газотепловоза 2ТЭ10МГ расход суммарного топлива: 17 кг СжПГ и 1,7 кг дизельного топлива. Однако с учетом стоимости СжПГ годовые расходы на топливно-энергетические ресурсы при существующих объемах перевозочной работы у локомотивов с использованием сжиженного природного газа значительно меньше, чем у обычных тепловозов (в 2,6 раза для газотепловоза и 2,3 раза для газотурбовоза). Экономия годовых эксплуатационных расходов при этом составит в среднем 67-73 млн. тенге на средний объем работы, выполненный 1 локомотивом.

Таким образом, как показывают выполненные расчеты, предлагаемый вариант использования в качестве альтернативного топлива сжиженного газа является одним из путей по внедрению мероприятий по повышению энергоэффективности работы железнодорожного транспорта.

**Технико-экономические показатели различных  
видов локомотивной тяги**

Статья затрат	Тепловоз 2ТЭ10М	Газотепловоз 2ТЭ10МГ	Газотурбовоз ГТ1-001
1. Капитальные вложения, тыс. тенге <i>В том числе:</i>		269 000	654 000
строительство инфраструкту- ры (газозаправочные стан- ции)		174000 (станции: Жезказ- ган и Жарык)	174000 (станции: Жезказган и Жарык)
Приобретение газотурбовоза ГТ1-001	–	–	453000
Приобретение и установка газодизельной установки		75000	–
Обеспечение оборудованием локомотивного депо для ре- монта локомотивов		20000 (локо- мотивное депо ст. Жана-Арка)	27000 (локо- мотивное депо ст. Жана-Арка)
2. Годовые эксплуатационные расходы при среднем годовом пробеге 64800 км, тыс. тенге <i>В том числе:</i>	137861	64044	70356
Заработная плата	1531	1595	1574
Топливо	115 914,24	44504,6	51127,2
Смазочные материалы	3758,3	1687,57	156,74
Плата за выбросы вредных веществ в атмосферу с отра- ботанными газами	550,67	211,93	212
Ремонт локомотива	14854	16519,84	17286
Предотвращенный ущерб от улучшения условий труда локо- мотивных бригад	1 253	525	-
<b>Итого:</b>	<b>137861</b>	<b>333044</b>	<b>724356</b>
Экономия годовых эксплуата- ционных расходов, тыс. тенге	–	73 817	67 505

## Литература

- 1 *Терёшина Н. П., Лapidус Б. М., Трихунков М. Ф.* Экономика железнодорожного транспорта. - М.: Маршрут, 2006. - 801 с.
- 2 *Петров П. П.* Комбинированные энергетические установки // НПФ "ЭКИП". - С. 1-3.
- 3 *Володин А. И.* Локомотивные энергетические установки. - М.: Желдориздат, 2002. - С. 690-693.