

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК МАНЕВРОВЫХ ТЕПЛОВОЗОВ

¹Щуров Н.И., ¹Гурова Е.Г., ¹Макаров С.В., ¹Стрельникова Д.М.

¹ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный технический университет», Новосибирск, Россия (630073, Новосибирск, пр. К. Маркса, 20), e-mail: a282006@yandex.ru

Проведен анализ грузооборота на железнодорожном транспорте РФ за период с 2008 по 2013 гг. Исследованы режимы работы силовых установок тепловозов на примере маневровых тепловозов не общего пользования (ТЭМ-2, ЧМЭЗ). Установлено, что для всех условий эксплуатации маневровых тепловозов характерна продолжительная работа силовой установки при небольшой нагрузке и на холостом ходу. Это объясняется спецификой работы маневрового тепловоза, характеризующейся длительной работой в режиме прогрева и поддержания рабочей температуры теплоносителей при изменении температуры наружного воздуха и большим относительным временем работы дизеля на переходных режимах. Проведен анализ о возможности экономии дизельного топлива за счет сокращения работы силового агрегата на холостом ходу (глушение дизельного двигателя) при длительных остановках.

Ключевые слова: тепловоз, маневровая работа, режимы работы.

ANALYSIS OF OPERATING MODES OF THE POWER PLANT SHUNTING LOCOMOTIVES

¹Schurov N.I., ¹Gurova E.G., ¹Makarov S.V., ¹Strelnikova D.M.

Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia (630073, Novosibirsk, street K. Marksa, 20), e-mail: a282006@yandex.ru

The analysis of freight traffic of the Russian Federation for the period from 2008 to 2013. The operating modes of the power plants of diesel locomotives were investigated on the example of shunting locomotives are not of common use (TEM-2, CME3). It is established that all operating conditions of shunting locomotives characterized by continuous operation of the power plant for a small load and idling. This is explained by the specifics of the shunting locomotive, characterized by prolonged work in warm and maintain the operating temperature of the coolant when the outdoor temperature and the large relative time of the diesel engine in transient regimes. The analysis about the possibility of saving of diesel fuel by reducing the operation of the power plant at idle (killing diesel engine) during long stops was made.

Keywords: locomotive, shunting operating, operating modes.

Маневровая работа является важной составляющей железнодорожного транспорта. Около 45% эксплуатационного парка локомотивов занято выполнением маневровой работы, из них 92% маневровой работы выполняется непосредственно тепловозами. Маневровая работа производится в соответствии с технологическим процессом работы станции и по плану, предусматривающему своевременное формирование и отправление поездов; своевременную подачу вагонов под грузовые операции и их уборку после окончания грузовых операций; рациональное использование всех технических устройств; бесперебойный прием поездов на станцию. Маневровая работа является неотъемлемой частью перевозочного процесса. Она растет одновременно с развитием перевозок, увеличением протяженности сети и числа станций, выполняющих технические и коммерческие операции.

Согласно [4] годовому отчету ОАО «РЖД» общий грузооборот за 2012 год (без учета порожнего пробега вагонов иных собственников) на 6,3% превысил соответствующий показатель докризисного 2007 года и на 13% превысил уровень 1992 года. Наибольший прирост грузооборота приходится на железные дороги Сибирского и Дальневосточного Федеральных округов. На указанном полигоне грузооборот на 2012 год увеличился на 5,7% по сравнению с 2011 годом, а к 2007 году — на 32%.

Общая же картина изменения грузооборота на территории РФ (с 2007 по 2013 гг.) может быть представлена в виде сравнительного графика.

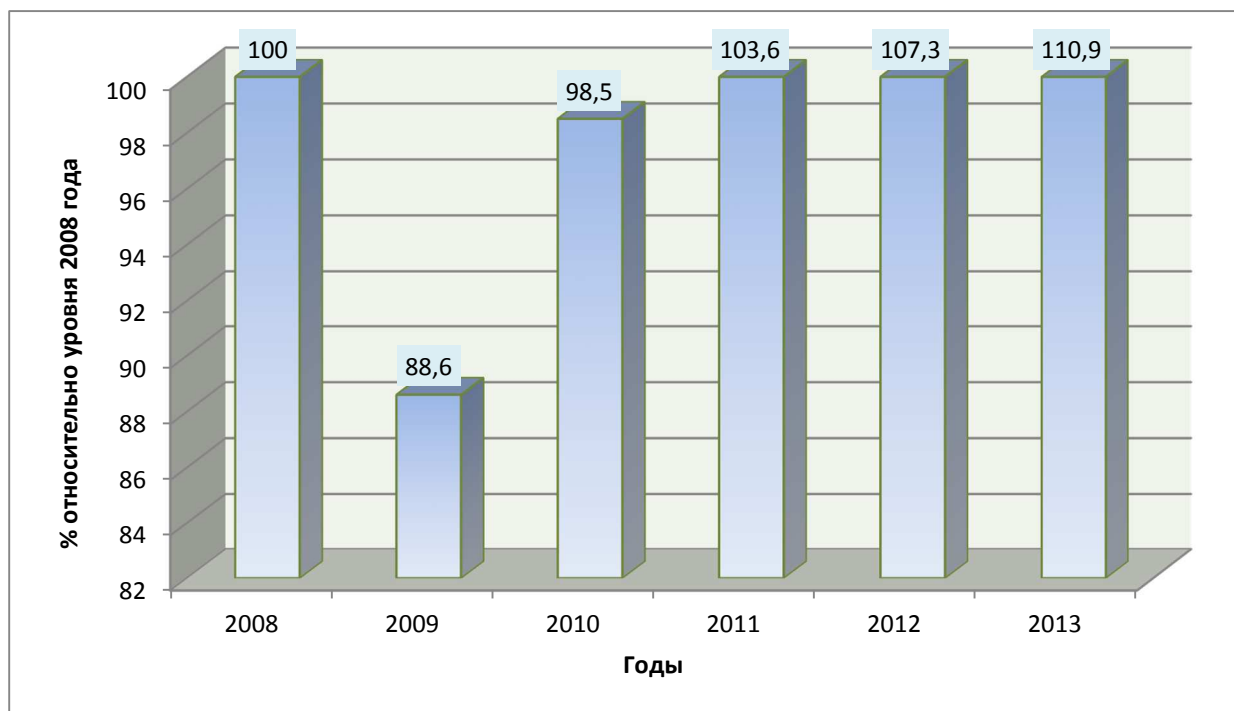


Рисунок 1 - Динамика грузооборота транспортного комплекса в 2008-2013 годах, % относительно уровня 2008 года

Как видно из рисунка 1, объем грузоперевозок имеет тенденцию к постоянному росту, что говорит о возрастающей потребности в услугах перевозки грузов железнодорожным транспортом, в том числе по перевозке грузов на путях не общего пользования.

В связи с этим необходимо выделить основные задачи, связанные с соответствием паспортных характеристик с режимами работы маневровых тепловозов на различных станциях с различными технологическими процессами и объемами работы, что, в свою очередь, непосредственно влияет на фактический расход топлива дизелем.

Установлено, что при работе разных маневровых тепловозов на одной и той же станции тепловозы с лучшими паспортными характеристиками имели расходы топлива значительно меньше, чем тепловозы, паспортные характеристики которых хуже. Это объясняется несоответствием определенных режимов работы, как в пусковом режиме, так и

режиме холостого хода при которых определяются технико-экономические и экологические характеристики маневровых тепловозов.

В настоящее время парк маневровых тепловозов работает в зоне максимальных технологических нагрузок. По данным INFOLine, в настоящее время на железных дорогах России в структуре парка маневровых тепловозов порядка 80% приходится на тепловозы серий ЧМЭЗ и ТЭМ-2. Износ тепловозов этих серий достигает 90%. Такое состояние парка объясняется следующим: маневровый тяговый состав серии ЧМЭЗ поставлялся в Россию в период с 1963 по 1991 годы, ТЭМ-2 же производился с 1960 по 1995 годы. При этом нормативный срок службы маневрового тепловоза составляет 32 года.

Критическое старение и неудовлетворительное техническое состояние парка маневровых тепловозов является основным фактором низкой эффективности транспортных предприятий. Однако экономическая ситуация в стране не позволяет в достаточной степени обновлять тяговый подвижной состав. Закупки новых маневровых тепловозов ОАО "РЖД" реализует в объеме, недостаточном для компенсации износа парка: ежегодный объем поставок тепловозов серии ТЭМ18ДМ и ТЭМ7А в 2010-2013 гг. составлял менее 100 единиц. В то же время по расчетам аналитиков INFOLine, только для замещения, выбывающего в связи с моральным и физическим износом необходимо не менее 200 единиц. В 2011 году средняя скорость доставки грузовых отправок по железной дороге составила 247 км/сут., что меньше показателя 2010 года на 9,9%. В 2012 году средняя скорость доставки грузовых отправок на железной дороге сократилась на 12% по сравнению с 2011 годом до 241 км/сут.

В настоящее время экономическая ситуация в стране не позволяет в достаточной степени обновлять тяговый подвижной состав, что требует поиска новых подходов и технологий по поддержанию его в работоспособном состоянии. Особую актуальность приобретают вопросы, связанные с поиском методов и средств повышения топливной экономичности дизелей тепловозов.

Сложившаяся ситуация свидетельствует о необходимости поиска новых подходов и технологий на поддержание в работоспособном состоянии парка маневровых тепловозов. В настоящее время особую актуальность приобретают вопросы, связанные с поиском методов и средств повышения энергетической эффективности дизелей тепловозов. Анализ [2,3,10] технического состояния маневровых тепловозов свидетельствует о возможном совершенствовании системы запуска и создания устройств повышения технико-экономических показателей и эксплуатационных характеристик.

Маневровая работа выполняется на станциях тепловозами по установленным технологическим процессам и планам формирования поездов. Результаты эксплуатации

тепловозов показывает, что среди локомотивов всех родов службы, включая пассажирские, грузовые, маневровые, наименьший среднеэксплуатационный КПД имеют маневровые тепловозы. Это объясняется тем, что специфика работы этих тепловозов отличается большой неравномерностью нагрузок их силовых установок в течение всего времени суток – от длительного простоя в ожидании работы до максимальной нагрузки. Причем, работа на холостом ходу и малых нагрузках, когда эффективный КПД дизеля мал, значительно превосходит по времени работу на полной мощности. Поэтому общие эксплуатационные затраты на содержание этих тепловозов, включая расходы на дизельное топливо, достаточно велики [5].

Учитывая долгосрочные тенденции развития рынка энергоресурсов и необходимость обеспечения возрастающих объемов перевозок, для железнодорожных предприятий становится актуальной задача, связанная с повышением эксплуатационных и технических характеристик маневровых тепловозов, в частности уменьшение расхода топлива за счет исключения холостого хода.

В работе [1] представлены данные о возможности уменьшения расхода дизельного топлива (глушение дизельного двигателя) при длительных остановках. Расход дизельного топлива за один пуск (для тепловоза ЧМЭ-3) в среднем составляет 1,23 кг, что равно расходу при работе дизеля на холостом ходу в течение 7,38 минут. При стоянке тепловоза в заглушенном состоянии в течение 30 минут экономия дизельного топлива составляет 37,7% от расхода на холостом ходу, а при стоянке тепловоза в заглушенном состоянии в течение одного часа экономия дизельного топлива составляет при одном запуске 87,7% от расхода на холостом ходу. Доказано, что при стоянках менее 7,4 мин. (~10 мин.) тепловоз глушить невыгодно.

Уральским отделением ЦНИИ МПС [6] были выполнены испытания тепловозов в различных условиях эксплуатации, которые оценили изменение параметров их энергетической цепи при выполнении маневровых передвижений, режимы работы, интенсивность использования. Полученные данные позволили сделать следующие выводы: для всех условий эксплуатации маневровых тепловозов характерна продолжительная работа силовой установки при небольшой нагрузке и на холостом ходу. Количество и продолжительность полурейсов при выполнении маневров определяют работу дизелей на неустановившихся режимах и холостом ходу, составляющем 45-75% всего времени работы. Среднеэксплуатационный удельный расход топлива определяет удельный расход топлива на промежуточных (в диапазоне от 30 до 75% номинальной мощности тепловоза) и неустановившихся режимах работы. Аналогичные данные приводятся в работе [8]: маневровые тепловозы наибольшее время (67%) работают на холостом ходу и до 30%

времени - на переходных и частичных режимах. Это объясняется особенностью режимов работы: транспортные операции производятся на небольших участках пути, насыщенных стрелочными переводами и кривыми, в условиях частой смены направления, при различных скоростях движения и большом числе остановок.

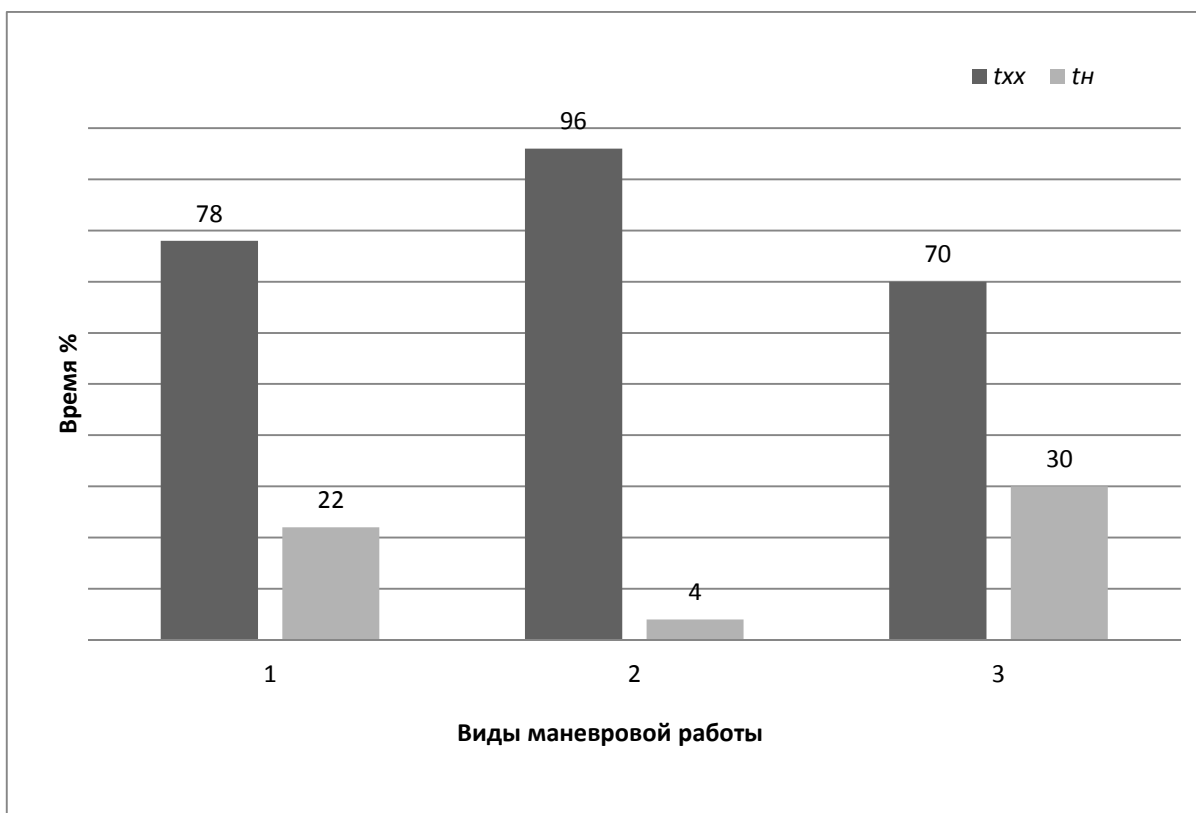


Рисунок 2 - Время работы дизельного двигателя в режиме холостого хода t_{xx} и под нагрузкой t_n по видам маневровой работы: 1 — вывозная (с грузовыми составами); 2 — хозяйственная; 3 — маневровая (вытяжка)

В работе [7] приводятся следующие данные: основное время работы дизеля составляет режим холостого хода, доля его составляет примерно 75%, время работы дизеля под нагрузкой находится в пределах 25-36%. В некоторых случаях при выполнении хозяйственной работы время работы дизеля на холостом ходу составляет 96 % от общего времени работы (рис. 2), доля расхода топлива при этом до 84% (рис.3).

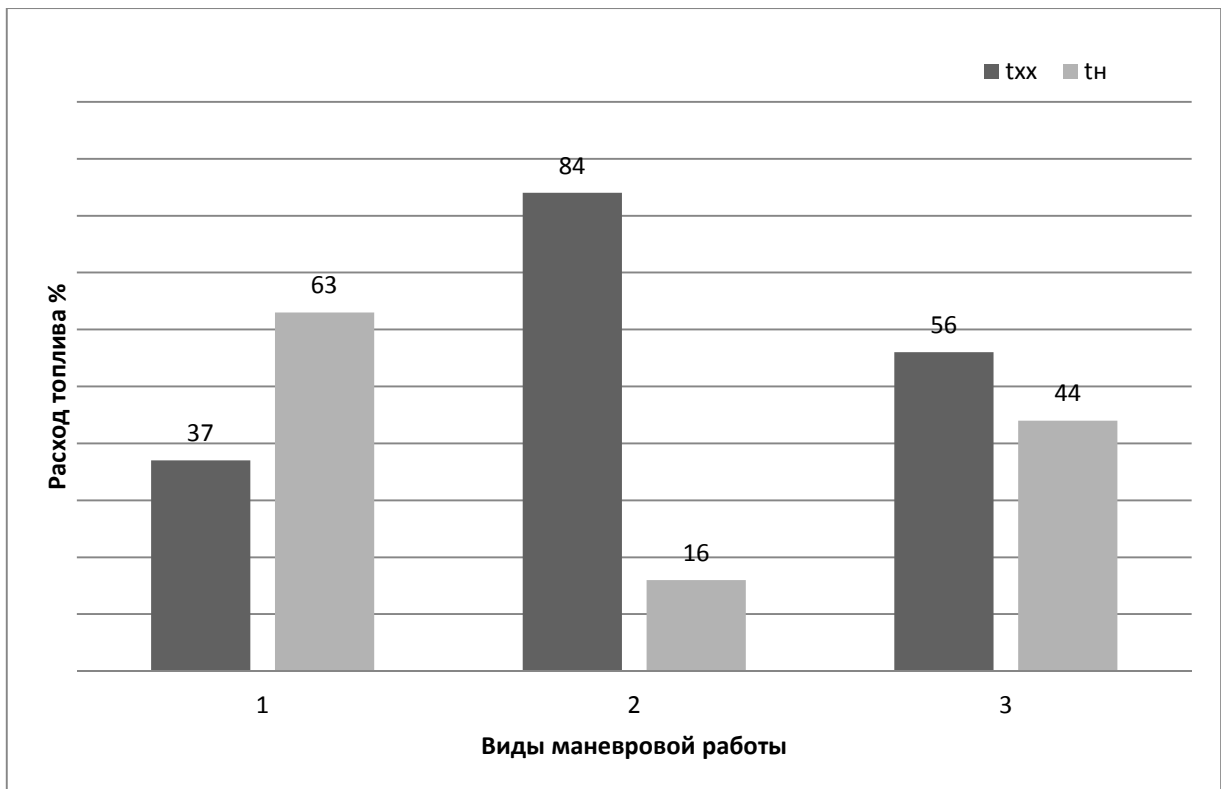


Рисунок 3 Расход топлива дизельного двигателя в режиме холостого хода t_{xx} и под нагрузкой t_n по видам маневровой работы: 1 — вывозная (с грузовыми составами); 2 — хозяйственная; 3 — маневровая (вытяжка)

Однако не всё время нахождения тепловоза в режиме холостого хода может быть рассмотрено с точки зрения возможности глушения дизельного двигателя с целью экономии топлива. Это объясняется следующим: во-первых, спецификой работы тепловоза, характеризующейся следующими основными особенностями: длительной работой на холостом ходу в режиме прогрева и поддержания рабочей температуры теплоносителей при изменении температуры наружного воздуха, во-вторых, большим относительным временем работы дизеля на переходных режимах. Количество запланированных остановок с глушением дизеля зависит от ряда факторов, в том числе от режима работы, плана формирования, времени года и т.д. В работе [9] приводятся следующие данные: во время эксплуатации маневровых тепловозов (при температуре наружного воздуха 00С и выше) возможно глушение дизельного двигателя с целью сокращения работы на холостом ходу в среднем от 50 до 100 часов в месяц с одной единицы подвижного состава (время стоянки тепловоза свыше 10 мин). Таким образом, с учетом текущих цен на дизельное топливо в Сибирском Федеральном округе по состоянию начало 2014 года экономия может составлять 22-44 тыс. руб. в месяц с одной единицы подвижного состава.

Заключение

При эксплуатации маневровых тепловозов значительная часть времени (до 90%) работы силовых агрегатов происходит в режиме холостого хода и при небольшой нагрузке, при этом доля расхода топлива составляет до 84 %. При стоянке менее 10 минут тепловоз глушить невыгодно; при температуре наружного воздуха 0 °С и выше, возможно сокращение времени работы на холостом ходу (глушение дизельного двигателя) от 50 до 100 часов, что составляет экономию дизельного топлива от 22-44 тыс. руб. в месяц с одной единицы подвижного состава.

Список литературы

1. Акт проведения эксперимента по выявлению эффективности конденсаторного запуска системы Шевякова А.В. от 22 февраля 2006 года.
2. Валеев А.И., Марченко Г.Н. Повышение экономичности дизельных двигателей тепловозов ТГМ-6А, ТЭМ-2, (2УМ). // Материалы докладов 14 Международной науч. Конф. «Тинчуринские чтения» / Под общей редакцией д-ра физ-мат наук. Проф. Петрушенко Ю.Я. В Т.3 – Казань, Казанский государственный энергетический университет, 2008. – С. 35-36.
3. Валеев А.И., Марченко Г.Н. Совершенствование системы запуска дизельных двигателей // Материалы докладов 15 Международной науч., конф. «Тинчуринские чтения» / Под общей редакцией д-ра физ.-мат. Наук., проф. Петрушенко Ю.Я. В Т.3 — Казань, Казанский государственный энергетический университет, 2009. – С. 55-56.
4. Грузооборот [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ar2012.rzd.ru/performance-overview/freight-transportation/freight-turnover/>
5. Макаров С. В. Анализ режимов работы тепловозов при эксплуатации / С. В. Макаров, А. В. Бахвалова // Научный потенциал студентов и молодых ученых Новосибирской области: сб. научных трудов. - Новосибирск: Межвузовский центр содействия научной и инновационной деятельности студентов и молодых ученых Новосибирской области: изд-во НГТУ, 2014. - С.85-86.
6. Маневровые локомотивы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.myswitcher.ru/books/nazarov/manloc_01.html
7. Молчанов А.И., Поварков И.Л., Мугинштейн Л.А., Попов К.М. Автоматизированная система учёта, контроля и анализа расхода топлива маневровыми тепловозами // Вестник ВНИИЖТ. - 2004 - № 2 - С. 24-27.
8. Никитина Е.А. Тепловозные дизели типа Д49 // Из-во: Транспорт. 1982.

9. Повышение эффективности пуска дизельного двигателя с суперконденсаторной батареей. Проект 2.2. Энергоэффективность и энергосберегающие технологии : отчет о НИР (заключит.) / Новосиб. гос. техн. ун-т; рук. Н. И. Щуров; исполн.: Е. А. Спиридонов, А. В. Мятаж, С. В. Макаров, О. А. Михалёва, С. Ф. Батрутдинов. - Новосибирск, 2013. - 47 с. - № ГР 01201360761.

10. Спиридонов Е. А. Проблемы снижения массогабаритных показателей пусковых аккумуляторных батарей тепловозов / Е. А. Спиридонов, С. К. Вязовцев // Научный потенциал студентов и молодых ученых Новосибирской области: сб. научных трудов. - Новосибирск: Межвузовский центр содействия научной и инновационной деятельности студентов и молодых ученых Новосибирской области: изд-во НГТУ, 2014. - С.47-48.

Рецензенты:

Аносов В.Н., д.т.н., доцент, заведующий кафедрой электропривода и автоматизации промышленных установок (ЭАПУ), НГТУ, г.Новосибирск.

Алиферов А.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой автоматизированных электротехнологических установок (АЭТУ), НГТУ, г.Новосибирск.