

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

II издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 25 – 27 сентября 2012 г.,
Комитет ОСЖД, г. Варшава

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 9 – 12 октября 2012 г.,
Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 12 октября 2012 г.

Примечание: Теряет силу I издание от 30.10.1990 г.

**Р
645/1**

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИССЛЕДОВАНИЙ
О ВЛИЯНИИ СМАЗКИ ГРЕБНЕЙ БАНДАЖА
НА РАСХОДЫ ЭНЕРГИИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПОЕЗДА**

СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения	3
2. Общие положения	3
3. Цель и задание работы	3
4. Требования к техническому состоянию локомотивов и моторвагонных поездов.....	5
5. Условия для исследований	7
6. Варианты исследований	8
7. Методы измерения потребления энергии	8
8. Оценка результатов исследований	9

1. Область применения

1.1. Настоящие рекомендации по проведению исследований о влиянии смазки (лубликация) гребней бандажей колёсных пар подвижного состава на расходы энергии при движении поезда (далее – Рекомендации) содержат основные положения по проведению исследований.

1.2. Рекомендации распространяются на локомотивы и моторвагонный подвижной состав (далее - локомотивы), возможно также использование рекомендаций для оценки эффективности применения стационарных и передвижных смазочных устройств на путях, для смазки боковой грани головки рельсов.

1.3. Рекомендации разработаны согласно конструкторской и технологической документации, правил, инструкций, инструктивных указаний, действующих в системе Организации Сотрудничества железных дорог (ОСЖД).

2. Общие положения

2.1. Прогресс в управлении трением отличается нарастающими темпами. Этому способствовало концентрация усилий в решении задач «колесо-рельс». Лубликация гребней колёс и рельсов вышла из стадии эксперимента и получила широкое признание на железнодорожном транспорте.

2.2. Исследования проводились в большинстве стран мира, имеющих развитую железнодорожную сеть. Накоплен большой опыт, созданы новые эффективные смазки, оборудование и технологии по её нанесению на гребни колёс и рельсы. Работы по оптимизации системы взаимодействия «колесо-рельс» продолжаются и требуют комплексного подхода.

2.3. Применение лубликации зоны контакта гребней колёсных пар и боковой поверхности головки рельса даёт положительные результаты, особенно на участках с большим количеством кривых малого радиуса.

2.4. Смазывание контактирующих элементов снижает поперечные силы взаимодействия между колесом и рельсом, что приводит к уменьшению интенсивности износа колёс подвижного состава и рельсов, снижает сопротивление движению и соответственно уменьшается расход топлива или электроэнергии (далее-энергии) на тягу поезда.

3 Цель и задание работы

3.1. Основной целью исследований является получение информации о расходе энергии на тягу поезда, при применении материалов, технологий или устройств нанесения смазки в зону контакта «колесо – рельс».

3.2. Рекомендации разработаны с целью обеспечения системного подхода для количественной оценки эффективности, разработанных технических средств, технологий и материалов для смазывания зоны контакта «колесо-рельс» по расходу энергии на тягу при движении поезда.

3.3. Для выполнения исследований, организуются тягово-эксплуатационные испытания.

Тягово-эксплуатационные испытания состоят из отдельных этапов: планирование испытаний, выбор и подготовка измерительной техники, подбор

локомотивов, подбор локомотивных бригад, проведение опытных поездок, обработка результатов и анализ, подготовка выводов и рекомендаций.

3.4. Планирование исследований включает в себя определение задач и целей исследования, определение порядка его проведения в виде программы и методики с указанием оценочных показателей и параметров, определение форм записи наблюдений и отчетности.

3.5. Программа опытных поездок, по определению фактического расхода электроэнергии или топлива на тягу поездов, должна предусматривать:

- проведение поездок с поездами массой, предусмотренной графиком движения, при действующих перегонных временах хода;

- учитывать факторы, оказывающие влияние на время движения поезда. К ним относится масса состава, допустимые скорости движения, режим движения поезда и порядок его пропуска по участку, атмосферные условия, а также характеристика локомотива, зависящая от проката и диаметра бандажей колесных пар, которые в условиях эксплуатации могут иметь предельные значения;

- порядок пропуска поездов по участку и режим их ведения из условия реализации полной мощности локомотива с учетом выполнения действующих ограничений скорости;

- перечень регистрируемых при испытаниях параметров и намечают методы их определения и фиксации. В зависимости от этого выявляют потребность в контрольно-измерительном оборудовании и при необходимости пополняют локомотив (или динамометрический вагон) соответствующими приборами.

3.6. Издаётся приказ, в котором отражают общие вопросы, связанные с организацией и проведением опытных поездок, указывают цели и сроки испытаний, тяговые участки, серии локомотивов, вид поездов и массу составов, скорости движения, схемы формирования опытных поездов и порядок их пропуска по участкам. Определяют перечень работ, которые необходимо выполнить по подготовке локомотивов к опытным поездкам. При проведении опытных поездок возможно использование динамометрического вагона.

3.7. При выполнении опытных поездок, в журнале испытаний следует регистрировать следующее:

а) параметры пути измерительного участка:

- радиус кривой;
- подъёмы и спуски;
- профиль рельса;
- степень износа рельсов;
- состояние рельсов (сухие, влажные, мокрые);
- состояние содержания пути.

При использовании стационарных или передвижных систем для нанесения смазывающего материала на рельсы, указать применяемые устройства и протяжённость обрабатываемых участков пути;

б) параметры локомотива:

- вид и тип локомотива;
- количество и расположение колёсных пар;
- применяемый профиль колёсных пар;
- прокат и толщина гребней колёсных пар;

- вид используемой системы для лубрикации;
- род используемого смазочного материала;
- характеристика системы подачи смазки;
- расход песка за каждую поездку, а также записывают показания приборов, подключенных к соответствующим цепям локомотива для измерения тока, напряжения, мощности и расхода энергии;

в) параметры движения поезда:

- масса и количество осей поезда, вид вагонов;
- время отправления, прибытия и проследования по отдельным пунктам;
- места и причины снижения скорости (временные и постоянно действующие предупреждения, показания сигналов светофоров и др.). Кроме того, делают и другие записи, способствующие расшифровке условий проведения опытных поездок и обеспечивающие подробный анализ их влияния на расход энергии на тягу поезда;

г) метеорологические данные:

- температуру и влажность наружного воздуха;
- атмосферное давление;
- наличие осадков;
- скорость и направление ветра относительно движения поезда.

3.8. В опытных поездках с динамометрическим вагоном, на ленту динамометрического стола записывают силу тяги на автосцепке, скорость движения, отмечают позиции контроллера машиниста для оценки ступеней регулирования напряжения и возбуждения тяговых двигателей, наносят отметки о срабатывании реле боксования и включении песочниц, показаниях локомотивной сигнализации, осей станций.

3.9. Опытные поездки с моторвагонным подвижным составом проводят без динамометрического вагона.

Необходимо до начала опытных поездок определить рациональный режим ведения поезда и в ходе опытных поездок уточнить его с учетом особенностей моторвагонной тяги. К этим особенностям относится большое влияние пусковых и тормозных потерь на общие результаты расхода электроэнергии и дизельного топлива, а также влияние режима разгона и торможения на скорость движения и выполнение графика движения.

4. Требования к техническому состоянию локомотивов и моторвагонных поездов

4.1. Важным условием высокой достоверности результатов испытаний является правильный выбор локомотивов для опытных поездок. Условия эксплуатации локомотивов, параметры отдельных агрегатов и узлов, характеристика участка обращения оказывают влияние на использование мощности, сцепного веса, экономичность работы электровозов и тепловозов. Каждый локомотив в зависимости от технического состояния при выполнении одной и той же механической работы по перемещению поезда может реализовать разные силы тяги и расходовать разное количество электроэнергии или топлива. Это связано с тем, что отдельные параметры локомотивов в разной степени отличаются от паспортных характеристик и номинальных данных. Такие отклонения в большую или меньшую сторону определяются условиями

работы локомотива, качеством изготовления и ремонта отдельных узлов и интенсивностью их износа, отклонениями в размерах деталей, расхождением характеристик тяговых двигателей, генераторов и т. д.

4.2. Локомотивы, отобранные для опытных поездок, должны удовлетворять следующим требованиям:

- пробег от постройки не менее 100 тыс. км и не менее 90 тыс. км после проведения капитального или текущего ремонта в объеме ТР-3*;
- иметь прокат бандажей не более 3 мм;
- диаметр бандажей по кругу катания равен среднему по депо за отчетный период для данной серии локомотива;
- расхождение характеристик тяговых двигателей отобранного локомотива не должно превышать 5%;
- у тепловозов, кроме того, расход дизельного масла должен быть не более 2 % расхода натурального топлива.

Локомотиву проводят техническое обслуживание.

4.3. Тепловозам проводят контрольные реостатные испытания, результаты оформляют документально, указывая данные, необходимые для выполнения опытных поездок и обработки их результатов. Полученные результаты заносят в журнал испытаний.

4.4. Добавочные измерительные приборы для электро- и дизель-поездов возможно разместить в моторных вагонах, закрыв выбранный вагон на период испытаний для пассажиров или отгородив часть пассажирского салона временной перегородкой.

Для того чтобы результаты опытных поездок отражали состояние не только данного электро- или дизель-поезда и могли бы быть распространены на все поезда депо, выбор объекта опытных поездок должен соответствовать определенным правилам. Прежде всего электро- или дизель-поезд должен быть средним по своему техническому состоянию и характеристикам, включая прокат бандажей колесных пар и пробеги от постройки и ремонта. Эксплуатационные показатели должны быть близки к средним по депо, как и результаты расхода электроэнергии или дизельного топлива.

4.5. Для контроля расхода электроэнергии или топлива, при опытных поездках, на электровозы и электропоезда устанавливают специально проверенные счетчики электроэнергии, а на тепловозы и дизель-поезда - топливомеры.

4.6. При проведении опытных поездок моторвагонным подвижным составом, измерительное оборудование должно обеспечить регистрацию: напряжения на токоприемнике и общего тока одного моторного вагона электропоезда постоянного тока либо напряжения на токоприемнике или на тяговых двигателях и активной мощности, потребляемой из контактной сети одним моторным вагоном электропоезда переменного тока, для чего:

- на электропоездах переменного тока, для регистрации потребляемой активной мощности дополнительно устанавливают измерительные трансформаторы напряжения и тока;
- на электропоездах постоянного тока в одном моторном вагоне устанавливают измерительный шунт общего тока и добавочный резистор.

4.7. На расход энергии большое влияние оказывает действительное время хода поезда, поэтому его необходимо измерять с высокой точностью, для чего в

вагоне устанавливают автоматический отметчик, делающий отметки времени на ленте регистрирующих приборов через 5-10 с.

4.8. Локомотивы, удовлетворяющие вышеперечисленным требованиям, оборудуются лубрикаторами и направляются для проведения опытных поездок под управлением локомотивных бригад, имеющих опыт работы и обкатанных на выбранных участках.

5. Условия для исследований

5.1. Для проведения исследований влияния смазочного материала, оборудования или технологического решения на расход энергии на тягу поездов, в конкретных условиях эксплуатации, необходимо выполнить не менее пяти - семи опытных поездок без смазывания и не менее пяти - семи поездок с исследуемым оборудованием, смазочным материалом или новой технологией. Исследование следует проводить на определённых участках пути железных дорог, наиболее полно характеризующих план и профиль железной дороги.

5.2. Для обеспечения высокой достоверности результатов важно в каждом опыте данных исследований обеспечить постоянство условий работы тягового подвижного состава.

5.2.1. Поездки выполняют с составами, масса которых близка к нормативному значению, установленному на данном участке, или соответствует значению, определенному на основании тяговых расчетов.

5.2.2. При этом необходимо реализовать режим ведения поезда, сложившийся в практике работы, для чего проводится анализ эксплуатационных условий участка и данных об удельном расходе электроэнергии или топлива.

5.2.3. На основании анализа, подбирают локомотивные бригады, имеющие лучшие показатели экономии электроэнергии или топлива при вождении поездов, массы которых соответствуют установленной норме или достаточно близки к ней, и средние нагрузки от колёсных пар вагонов на рельсы мало отличались от средних значений, для поездов рассматриваемой категории на данном участке.

5.3. Необходимо учитывать, что на свойства применяемых смазочных материалов и надёжную работу устройств, для их нанесения в зону контакта, оказывают влияние климатические условия эксплуатации подвижного состава.

5.4. При проведении исследований с помощью динамометрического вагона, его включают в опытный поезд, между локомотивом и первым вагоном. Динамометрический вагон представляет собой вагон-лабораторию, в котором сосредоточены приборы и устройства, необходимые для проведения опытных поездок.

5.5. После анализа, полученных в поездке результатов, при необходимости в режим ведения поезда вводят соответствующие коррективы и подготавливают рекомендации для локомотивной бригады по режиму ведения при следующей поездке. Подобные коррективы вносят после каждой поездки. Очень важно в каждой поездке выявлять влияние изменения режима на получаемые результаты при начале движения поезда с места, разгоне, на выбеге, при торможении.

5.6. При тепловозной тяге обратить внимание на возможность применения наиболее экономичных позиций контроллера машиниста, которые определяют

по заранее подготовленным для опытных поездок зависимостям удельного расхода топлива от уклонов. Указанные зависимости базируются на том, что при ведении поезда изменение в широких пределах силы тяги и скорости движения сопровождается изменением КПД локомотива в соответствии с его характеристикой. Поэтому при выборе рационального режима ведения поезда, помимо анализа составляющих механической работы, следует оценивать изменение реализуемого значения КПД.

5.7. Обычно опытные поездки проводят с поездами установленного веса и длины, по заранее выбранным ниткам графика, согласно плану формирования. При проведении таких испытаний с большей точностью определяют расход энергии или топлива не только по перегонам, но и по характерным участкам некоторых перегонов.

5.8. При необходимости могут быть рассмотрены и учтены и другие дополнительные условия для проведения испытания.

6. Варианты исследований

6.1. Исследования необходимо выполнять при следующих комбинациях проведения опытных поездок:

- на выбранный перегон без применения лубрикации, гребни колёсных пар локомотива и боковая поверхность головки рельса не смазаны;
- с применением лубрикации, смазываются гребни колёсных пар или боковая грань головки рельса, монтируется новое оборудование или применяется новая технология.

6.2. Учитывая, что разные направления дорог имеют преимущество определённых видов движения, опытные поездки следует проводить именно с такими поездами, которые эксплуатируются на участке.

7. Методы измерения потребления энергии

7.1. Расход электрической энергии определяют по записям самопишущих ваттметров или при постоянном токе - по записям самопишущих амперметров и вольтметров, а также по счетчикам электрической энергии постоянного и переменного тока, установленных на электровозах и электропоездах. При измерении токов и напряжений необходимо использовать цифровые вольтметры или ампервольтметры, обладающие более высокой точностью и устойчивостью против влияния внешних магнитных полей. Большим преимуществом цифровых приборов является наличие у них кодового выхода, позволяющего регистрировать измерения, для последующей обработки данных с помощью компьютера.

7.2. Все переносные измерительные приборы, используемые на локомотиве или в динамометрическом вагоне, при опытных поездках, предварительно проверяют. Штатные указывающие и записывающие приборы перед началом поездок или в процессе испытаний тарируют с составлением соответствующих актов. Поэтому при испытаниях обычно применяют приборы высокой точности, предварительно оценивая возможную погрешность при измерении той или иной величины.

7.3. Показания счетчиков электроэнергии или топливомеров снимают по перегонам и в характерных точках пути, к которым относят окончание пуска локомотива, начало и конец проследования крутых подъемов, кривых. При движении поезда проводят точный учет времени хода как по перегонам, так и по характерным участкам пути. Результаты каждой опытной поездки анализируют, выявляя возможные неисправности устройств или локомотива с последующим устранением перед следующей поездкой.

7.4. При выполнении опытных поездок электропоездом, потребление электроэнергии определяют для одного моторного вагона, так как время работы всех двигателей в поезде одинаково. Поэтому для определения расхода электроэнергии всем поездом учитывают распределение токов между отдельными моторными вагонами, для чего проводят предварительную поездку без пассажиров. При этом в каждом моторном вагоне устанавливают по регистрирующему показывающему амперметру с измерительным трансформатором тока, включаемым в цепь первичной обмотки трансформатора электропоезда переменного тока, или шунтом, включаемым в цепь общего тока тяговых двигателей электропоезда постоянного тока.

7.5. Расход энергии определяют только на тягу поезда. Для этого, на электропоездах постоянного тока шунт регистрирующего амперметра включают в цепь общего тока тяговых двигателей. На электропоездах переменного тока определение расхода электроэнергии на тягу связано с разделением общего расхода на составляющие. Распределение активного тока между моторными вагонами электропоезда переменного тока регистрируют при отключённых цепях отопления и освещения поезда. Поэтому регистрируют общую активную мощность моторного вагона и активную мощность вспомогательных машин, подключенных к вспомогательной обмотке тягового трансформатора. Расход энергии на тягу определяет разность расходов энергии, соответствующих этим мощностям. В расход электроэнергии на тягу входят все потери в трансформаторе, в том числе и в его вспомогательной обмотке.

7.6. Один из регистрирующих скоростемеров приспособляют для фиксации режимов работы локомотива.

7.7. При использовании динамометрического вагона для опытных поездок, дополнительно определяют сопротивление движению поезда путём измерения силы тяги при постоянной скорости на коротком измерительном участке (от 2 до 5 км), при применении смазывания зоны контакта «колесо-рельс» и без, при этом фиксируют расход энергии на тягу.

8. Оценка результатов исследований

8.1. При анализе результатов расхода электроэнергии или топлива при опытных поездках, обязательно также необходимо проводить их сравнение с эксплуатационными расходами энергии на тех же участках, где проводились опытные поездки. Для анализа использовать заранее подготовленные зависимости составляющих расхода энергии или топлива от скорости движения, полученные для конкретных условий проводимых опытных поездок.

8.2. Для построения диаграммы расхода топлива сначала находят установившиеся скорости движения поезда при различных позициях контроллера машиниста и разных элементах приведенного профиля пути.

Установившейся скорости соответствует равенство силы тяги и силы полного сопротивления движению. Для их определения на тяговую характеристику $F_K(v)$ локомотива наносят зависимости силы полного сопротивления движению от скорости движения, которая равна произведению массы поезда с локомотивом на удельную силу сопротивления движению. Точки пересечения этих зависимостей с тяговыми характеристиками соответствуют установившимся скоростям движения. Оценивать и сравнивать расход топлива на различных позициях контроллера удобнее по расходу топлива, отнесенному к 1 км пути. Для этого по найденным установившимся скоростям движения определяют соответствующие им расходы топлива за 1 мин. и время прохождения поездом 1 км пути.

8.3. Сопоставление результатов расходов энергии проводится по завершению опытных поездок. Сравнивают расходы электроэнергии и топлива для разных участков и для каждой группы локомотивов, где проводились опытные поездки без смазывания гребней бандажей колёсных пар и со смазыванием. Полученный результат расхода энергии на тягу поездов, даёт возможность сделать экономическую оценку эффективности применения новой технологии, устройства или материала по расходу энергии на тягу при движении поезда.

*Виды текущего ремонта определяются собственником тягового подвижного состава согласно действующей национальной нормативно-технической документации.