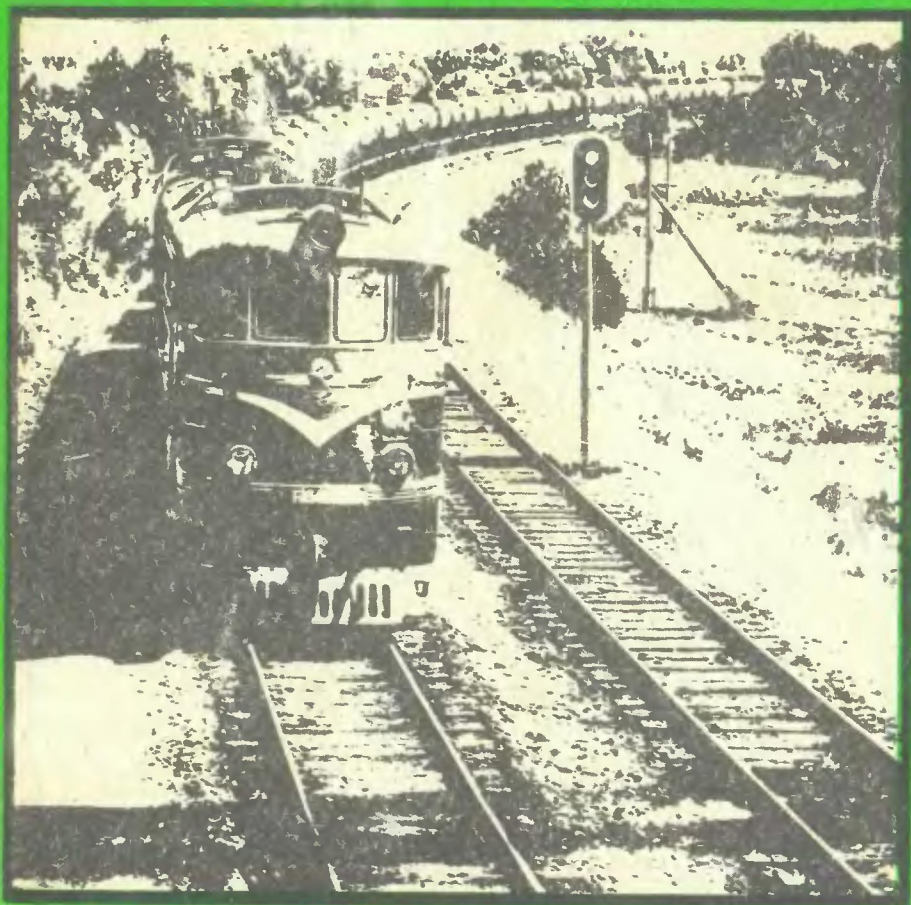


ВОЖДЕНИЕ ПОЕЗДОВ



ВОЖДЕНИЕ ПОЕЗДОВ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ
КАНД. ТЕХН. НАУК
Р. Г. ЧЕРЕПАШЕНЦА

2-е издание,
стереотипное



МОСКВА «ТРАНСПОРТ» 1994



Сканировал
Вячеслав Михед
Aka PatriotRR

ББК 39.22
В63
УДК 629.42.07

Книгу написали: главы 1, 2, 3, 8 — Р. Г. Черепашенцев, главы 4, 7 —
В. А. Бирюков, главу 5 — В. Т. Понкрашов, главу 6 — А. Н. Судилковский

Рецензент С. С. Петраковский
Заведующий редакцией В. К. Тихоньчева
Редактор И. К. Петушкова

В63

Вождение поездов: Пособие машинисту / Р. Г. Черепашенцев, В. А. Бирюков, В. Т. Понкрашов, А. Н. Судилковский; Под ред. Р. Г. Черепашенца. — М.: Транспорт, 1994. — 304 с.; ил., табл.

ISBN 5-277-01832-8

Изложены принципы управления тяговым подвижным составом (тепловозами, электровозами и электропоездами) и вождения грузовых и пассажирских поездов в различных условиях и режимах. Рассмотрены особенности вождения длинносоставных поездов повышенной массы.

Предназначена для локомотивных бригад; может быть использована в качестве учебного пособия при подготовке машинистов и помощников машинистов в технических школах железнодорожного транспорта.

В 3202030000-014
049(01)-94 Без объявления

ББК 39.22

ISBN 5-277-01832-8

© Коллектив авторов, 1993
© Оформление, издательство
"Транспорт", 1993

Железнодорожный транспорт представляет собой сложную систему, бесперебойное функционирование которой обеспечивается слаженным и организованным взаимодействием многих работников, выполняющих разнообразные обязанности. Диспетчер и рабочий по ремонту локомотивов, путеец и вагонник, энергоснабженец и работник станции, и многие другие участвуют в осуществлении перевозочного процесса. Труд каждого работника железнодорожного транспорта необходим для нормальной деятельности железной дороги. Однако профессия машинист локомотива выделяется из других. Машинист – последнее звено в цепочке, обеспечивающей выполнение основной функции транспорта – перемещение грузов и пассажиров. Это обстоятельство делает профессию машиниста локомотива особенно важной, ответственной и предъявляет высокие требования к человеку, решившему связать свою судьбу с работой на локомотиве. Знание конструкции и схем электрических цепей локомотива, строгое соблюдение объемов и сроков технического обслуживания, применение рациональных методов управления и режима вождения поездов, умение быстро восстановить работоспособность локомотива, т. е. отыскать и устранить неисправность, строгое соблюдение безопасности движения – вот далеко не полный перечень таких требований. Наиболее сложным элементом представляется выработка у машиниста практических навыков вождения поездов.

Эта проблема особенно обострилась после перехода с паровой на электрическую и дизельную тягу. Связано это не только с особенностями электровозов или тепловозов, но и с тем, что переход на новые виды тяги совпал с изменением социальной, демографической и кадровой ситуации в стране. При паровой тяге прежде чем стать машинистом, необходимо было проработать определенное время слесарем по ремонту, кочегаром и помощником машиниста. На все это требовались годы, в течение которых у человека вырабатывались наряду с прочими качествами машиниста навыки управления паровозом и вождения поездов. После перехода на новые виды тяги положение изменилось. Зачастую право управлять современным локомотивом получает человек, работающий на транспорте 1 – 2 года. Как правило, за это время невозможно в полной мере овладеть особенностями и тонкостями профессии машиниста, в первую очередь технологией вождения поездов. По этой причине локомотивные бригады допускают ошибки в работе, не используют рациональные режимы вождения поездов, в результате чего не всегда соблюдается график

движения поездов, нарушается безопасность движения, нерационально расходуется электрическая энергия и дизельное топливо. Примером ошибок в действиях локомотивных бригад могут служить участвовавшие обрывы поездов. Анализ показывает, что наряду с объективными причинами, связанными, главным образом, с техническим состоянием вагонного парка, его тормозов, к обрыву поездов приводят неумелые действия локомотивных бригад по ведению поездов особенно повышенной массы и длины, незнание локомотивной бригадой профиля и плана пути, расположения станций и сигналов, особенностей подходов к ним.

Как известно, железнодорожный транспорт – один из крупнейших в стране потребителей топливно-энергетических ресурсов. Поэтому сокращение расхода топливно-энергетических ресурсов является важнейшим направлением повышения эффективности работы железных дорог.

Передовые, хорошо технически подготовленные и глубоко понимающие энергетическую сторону работы локомотива и движения поездов машинисты умело учитывают меняющиеся конкретные условия эксплуатации, быстро принимают правильные решения, используют рекомендации режимных карт и добиваются значительной экономии электроэнергии или топлива. Под эксплуатационными условиями обычно понимают профиль и план пути, массу поезда, его основное сопротивление движению, допустимые максимальные скорости движения, заданные времена хода и порядок пропуска поезда по перегонам. В неодинаковых эксплуатационных условиях рациональные режимы вождения поездов различны. Даже на одном и том же участке они часто меняются, и требуется корректировать режим ведения поезда. Выбор локомотивной бригадой рационального режима ведения поезда должен основываться на глубоком понимании ее членами физических процессов, связанных с движением поезда, управлением локомотивом и регулированием его мощности и скорости.

К сожалению, почти отсутствует техническая литература, освещающая основные принципы и практические рекомендации по вождению поездов и управлению локомотивом; имеющиеся в весьма ограниченном количестве книги предназначены, главным образом, для инженерно-технических и научных работников, иногда для машинистов-инструкторов.

Авторы предлагаемой вниманию читателей книги считали своей задачей изложение основных принципов вождения поездов и управления локомотивами в объеме, необходимом машинистам локомотивов и их помощникам, учащимся дорожных технических школ и производственно-технических училищ. На конкретных примерах в книге рассмотрены особенности вождения поездов при электрической и тепловозной тяге применительно к различным режимам работы.

При изложении материала авторы стремились обойтись, там где это возможно, без применения формул и сложных графиков, рассчитывая таким образом облегчить читателю восприятие материала.

С учетом того что в Правилах тяговых расчетов для поездной работы (ПТР) силы, действующие на поезд, имеют размерность тонна-сила (тс) и килограмм-сила (кгс), давление – килограмм-сила на 1 см^2 (кгс/см²) и измерительные приборы, установленные на локомотивах, отградуированы в этих единицах измерения, авторы сочли необходимым придерживаться этих размерностей.

Авторы выражают искреннюю благодарность рецензенту канд. техн. наук С. С. Петраковскому за ценные рекомендации, сделанные при подготовке данной книги. Все пожелания и замечания по содержанию книги будут приняты с благодарностью; просим направлять их по адресу: 103064, Москва, Басманный тупик, д. 6а, издательство "Транспорт".

Глава 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЯГИ ПОЕЗДОВ

§ 1. СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ПОЕЗД

Из школьного курса физики известно, что для приведения тела в движение к нему следует приложить внешнюю силу. Чтобы движущееся тело остановить, также необходимо приложить к нему силу, но уже в другом направлении.

Применительно к поезду внешняя сила, приводящая его в движение, передается от локомотива и называется силой тяги. Направленные в противоположную сторону (против направления движения) внешние силы могут быть разделены на естественную силу сопротивления движению W и искусственно созданную тормозную силу B .

Возможны следующие комбинации одновременного действия этих внешних сил на поезд: силы тяги F и силы сопротивления движению в режиме тяги, только силы сопротивления движению W на выбеге, сил сопротивления движению W и торможения B в режиме торможения. Поскольку внешние силы различны по значению и направлению, характер движения поездов определяется их равнодействующей.

Что происходит, когда машинист переводит рукоятку с нулевой на более высокие позиции контроллера? Какие силы действуют на поезд? Как меняются эти силы и характер движения поездов по мере увеличения скорости движения, выхода поезда со станции и вступления на подъем, уклон, при возвращении рукоятки контроллера на нулевую позицию? К чему приводит постановка рукоятки крана машиниста в тормозное положение? Для того чтобы ответить на эти вопросы, необходимо рассмотреть силы, действующие на поезд, так как их взаимодействие определяет характер движения поезда.

Управляемое движение поезда – предмет науки о тяге поездов. Основной ее задачей является исследование и расчет движения поездов. При этом не учитывают форму и размеры поезда, а массу его считают сосредоточенной в одной точке. Для нас представляет интерес целенаправленное движение поезда. Машинист должен управлять движением поезда таким образом, чтобы обеспечить его перемещение из одного пункта в другой в установленное время, затратив на это определенное количество топливно-энергетических ресурсов. Для этого необходимо регулировать силу тяги и тормозную силу, учитывая силу сопротивления движению, а также заданные нормативы графика движения поездов.

На основе устанавливаемых МПС нормативов (силы тяги, скорости

движения и др.) тяговыми расчетами определяют нормы массы поездов, скорости движения, тормозные силы, расход топливно-энергетических ресурсов. Результаты тяговых расчетов используют для построения графика движения поездов. Для удобства выполнения тяговых расчетов силы, действующие на поезд, относят к 1 т массы поезда или локомотива и получают удельную силу тяги f , удельную силу сопротивления движению w и удельную тормозную силу b . Все эти удельные силы измеряют в килограмм-силах на 1 т (кгс/т).

§ 2. ОБРАЗОВАНИЕ СИЛЫ ТЯГИ

Для того чтобы сцепленные в состав вагоны, стоящие на рельсовом пути, вывести из состояния покоя и привести в движение, необходимо с помощью локомотива создать внешнюю по отношению к составу силу тяги. Не будем рассматривать случаи, когда расположенный на участке состав может двигаться под действием силы тяжести либо силы ветра.

Сила тяги возникает в результате трения (сцепления) между вращающимся колесом локомотива и рельсом. Вращение же колеса осуществляется двигателем локомотива, использующего различные виды энергии. На первых локомотивах использовали энергию водяного пара (паровозы), на современных локомотивах используют электрическую энергию (электровозы, электропоезда) либо при двигателях внутреннего сгорания – термохимическую энергию минерального топлива (тепловозы, дизель-поезда). Однако независимо от способа преобразования энергии на локомотиве силой тяги называют создаваемую двигателем внешнюю силу, действующую в контакте колеса с рельсом в направлении движения и вызывающую перемещение локомотива и поезда. Как показывает само название – это сила, которая тянет поезд, преодолевая сопротивление движению.

Рассмотрим, как образуется сила тяги у локомотива с индивидуальным приводом колесных пар. При прохождении тока по обмоткам возбуждения тягового двигателя создается магнитное поле, с которым взаимодействует ток якоря. В результате этого на валу якоря возникает вращающий момент M_d (см. рис. 1, а), действующий по часовой стрелке и передаваемый с помощью зубчатой передачи на движущую ось. Этот вращающий момент может быть представлен в виде пары сил H_1 , приложенной в точке A_1 контакта шестерни тягового двигателя с зубчатым колесом, и H_2 , приложенной в точке A_2 – центре вала двигателя (рис. 1, а). Расстояние между точками A_1 и A_2 равно радиусу шестерни r_1 . Сила H_1 , приложенная к зубчатому колесу в точке A_1 , создает вращающий момент M_K , равный без учета потерь в зубчатом зацеплении произведению силы H_1 на радиус зубчатого колеса r_2 . Вращающий момент M_K , приводящий во вращение против часовой стрелки зубчатое колесо, а вместе с ним колесную пару, может быть

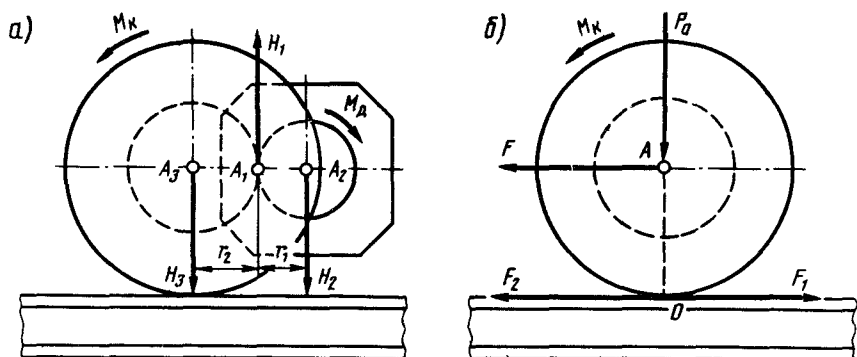


Рис. 1. Схемы действия сил при вращении якоря тягового электродвигателя (а) и образования силы тяги (б)

представлен в виде пары сил H_1 и H_3 , приложенной в центре колеса. Однако этот вращающий момент для локомотива и его колесной пары является внутренним и сам по себе не может вызвать их перемещения, а без опоры колесной пары на рельс он может лишь ее вращать.

Момент M_K (рис. 1, б) может быть представлен следующей парой сил: F , приложенной к центру колеса, и F_1 , приложенной к точке O контакта колеса с рельсом. Сила F_1 направлена против движения. Колесо прижимается к рельсу весом локомотива P_0 , поэтому сила F_1 стремится сдвинуть колесо по рельсу вправо, и в точке контакта O возникает горизонтальная реакция в виде силы F_2 . По отношению к локомотиву она является внешней и вместе с равной ей и противоположно направленной силой F_1 обеспечивает сцепление колеса с рельсом. Оставшаяся неуравновешенная сила F вызывает поступательное движение локомотива в направлении ее действия.

Таким образом, обязательными условиями возникновения силы тяги являются наличие вращающего момента, приложенного к колесной паре, и силы сцепления колесной пары с рельсом. Образование силы тяги F_2 именно в месте контакта колеса с рельсом подтверждается тем, что если приподнять локомотив над рельсами, т. е. устранить их контакт с колесами, то, несмотря на вращение колес, локомотив перемещаться не будет. Наличие силы F_1 подтверждается угоном рельсов под ее действием.

Представляется также очевидной невозможность возникновения вращающего момента M_K , а следовательно, и силы тяги без подачи напряжения на тяговый электродвигатель.

Сила сцепления между колесом и рельсом препятствует сдвигу, скольжению колеса по рельсу. По физической природе она принадлежит к силам внешнего трения, возникающего между соприкасающимися под действием нагрузки телами при их относительном перемещении. До тех пор, пока сила тяги меньше силы сцепления или равна ей, обеспечивается нормальное качение колеса по рельсу и поступа-

тельное движение локомотива. По мере возрастания сила тяги может сравняться с силой сцепления или превысить ее, что приведет к проскальзыванию колеса по рельсу и возможности возникновения боксования.

Всякий тяговый двигатель преобразует подводимую к нему энергию во внешнюю работу силы тяги по перемещению поезда. Энергия может высвобождаться при сгорании топлива (тепловозы, паровозы, газотурбовозы, дизель-поезда), а может подводиться извне по проводам (электровозы, электропоезда). В зависимости от устройства локомотива энергия может преобразовываться несколько раз, прежде чем превратится в механическую работу вращения колес. На электровозах переменного тока электроэнергия, подводимая от контактной сети, преобразуется в трансформаторе и выпрямительной установке, затем с помощью тяговых двигателей и зубчатой передачи превращается в механическую работу вращения колес.

На автономном тяговом подвижном составе происходят более сложные преобразования энергии. Так, на тепловозе скрытая термодинамическая энергия топлива при его сгорании превращается в механическую работу на коленчатом валу дизеля, которая затем с помощью тяговой передачи различного типа (электрической, гидравлической и др.) преобразуется в механическую работу вращения колес.

Однако общим для тягового подвижного состава всех типов является преобразование механической работы вращения колес с помощью сцепления их с рельсами во внешнюю работу силы тяги, обеспечивающую движение поездов.

В зависимости от места приложения различают силу тяги касательную — действительную силу тяги, приложенную к ободу движущих колес локомотива; силу тяги на сцепке — приложенную к автосцепке между локомотивом и первым вагоном; силу тяги динамометрическую — измеряемую динамометром на сцепном приборе первого вагона. Для тяговых расчетов используют главным образом понятие касательной силы тяги F_k . Кроме того, в соответствии с различными способами преобразования энергии, которые имеют место на локомотивах различных типов, используются понятия об ограничениях силы тяги и соответствующих этим ограничениям значениях силы тяги и соответствующих им значениях мощности локомотивов.

Поскольку тяговому подвижному составу всех типов присуще образование силы тяги в контакте колес с рельсами, для всех их существует ограничение по сцеплению. Для паровозов, кроме того, есть ограничение силы тяги по котлу и машине; для электровозов — по тяговым двигателям, току, условиям коммутации, а для электровозов переменного тока, кроме того, — по преобразовательной установке. У тепловозов существует ограничение силы тяги и соответственно мощности по дизелю и передаче.

Указанные параметры следует рассматривать как ограничения касательной силы тяги возможностями тех или иных преобразовательных агрегатов локомотива. Касательной называют действительную

силу тяги, образующуюся на ободу колес локомотива и обеспечивающую поступательное движение поезда. Именно по касательной силе тяги ведутся тяговые расчеты на железных дорогах.

§ 3. СЦЕПЛЕНИЕ КОЛЕС С РЕЛЬСАМИ. КОЭФФИЦИЕНТ СЦЕПЛЕНИЯ

Сцепление колес с рельсами. В процессе ведения поезда машинист регулирует мощность силовой установки и силу тяги локомотива, которая изменяется в широких пределах. Во всех случаях сила тяги не должна превышать силы сцепления колес с рельсами во избежание срыва сцепления и возникновения боксования колесных пар.

От чего же зависит сила сцепления колеса с рельсом? От многих факторов. К ним относятся следующие: нагрузка, передаваемая колесной парой рельсам; упругие свойства материала бандажа и рельса; состояние и свойства поверхностных слоев бандажа и рельса; скорость движения локомотива; климатические и метеорологические условия сцепления; динамические процессы, связанные с состоянием экипажной части локомотива, а также конструкцией и состоянием пути, характером изменения вращающего момента и др. Влияние каждого из этих факторов на силу сцепления, а следовательно, реализуемую силу тяги неодинаково. Установлено, например, что одновременное повышение твердости материала бандажа и рельса улучшает условия сцепления, в то время как повышение твердости одной из контактирующих поверхностей может эти условия ухудшать. Увеличение нагрузки от колесной пары на рельсы улучшает условия сцепления и увеличивает реализуемую силу тяги. Именно этим вызваны некоторые конструкторские решения по баллаستировке локомотивов.

Существенное влияние оказывают фрикционные характеристики поверхностей бандажей и рельсов, а они в значительной степени зависят от характера загрязнений, степени их насыщенности влагой и смазкой. Они загрязняются продуктами износа, остатками перевозимых грузов, смазочными материалами и др. Загрязнение поверхностей колеса и рельса значительно ухудшает их фрикционные характеристики, особенно при насыщении слоя загрязнений парами воды или капельной влагой, что приводит к резкому снижению силы сцепления и может быть причиной возникновения боксования. Во многих странах ведутся работы по стабилизации сцепления путем механической очистки рельсов, обмывки их водой, обработки различными растворителями (кислотами, эфирами и др.), электроискровой и плазменной обработке рельсов. Однако все это не обеспечивает достаточно эффективного улучшения сцепления, и поэтому распространения такие разработки не получили.

Стабилизация сцепления. Более эффективным средством стабилизации сцепления следует считать оснащение локомотивов специальными устройствами, препятствующими развитию боксования и способ-

ствующими его затуханию при устранении вызвавшей его причины. На тяговом подвижном составе разных серий эти устройства различны по схемным и конструктивным решениям. Обычно такое устройство содержит узел обнаружения боксования и исполнительный орган, производящий необходимые переключения в электрических цепях локомотива.

В большинстве случаев в результате таких переключений уменьшается сила тяги, так как производится шунтирование резистором обмоток якорей или обмоток возбуждения тягового двигателя боксующей или смежной с ней оси, перевод двигателей с ослабленного на полное возбуждение, подпитка обмоток возбуждения от постороннего источника, введение резистора в цепь тяговых двигателей, ослабление возбуждения главного генератора и др. Однако применяемые устройства не отвечают в полной степени предъявляемым к ним требованиям. Это объясняется как недостаточными чувствительностью и быстродействием органов обнаружения (датчиков боксования), так и недостаточными универсальностью и гибкостью исполнительных органов, поскольку при различных соединениях и режимах работы тяговых двигателей противобоксовочные устройства должны осуществлять различное снижение вращающего момента боксующей оси.

Следовательно, предотвращение боксования колесных пар тягового подвижного состава, а в случае его возникновения скорейшее его прекращение с минимальной потерей силы тяги продолжают оставаться ответственной задачей локомотивных бригад, требующей от них высокой квалификации и мастерства.

Наиболее распространенным и эффективным средством стабилизации сцепления является введение в зону контакта колеса с рельсом мелкозернистого кварцевого песка. Эффективность его применения в свою очередь зависит прежде всего от качественного и гранулометрического состава песка, направления истечения песковоздушной струи и расположения наконечников песочных труб по отношению к зоне контакта колеса с рельсом. В связи с этим наряду с необходимостью освоения всеми локомотивными бригадами техники эффективного управления песочницей, своевременной подачи песка для предотвращения возникновения боксования не менее важно обеспечить применение высококачественного песка, правильную и систематическую регулировку форсунок песочниц, соответствующее содержание песочных труб.

Коэффициент сцепления. Силу тяги для одной колесной пары обычно выражают в долях нагрузки P от колесной пары на рельсы:

$$F_k \leq \psi P.$$

Величину ψ называют *физическим коэффициентом сцепления*: он зависит от многих факторов и в эксплуатации достаточно широко изменяется.

С ростом скорости движения коэффициент сцепления (сила сцепления) уменьшается, одновременно падает сила тяги. Приложенный к колесу вращающий момент продолжает увеличивать частоту вращения, и для того чтобы прекратить возникшее буксование, необходимо путем регулирования работы двигателя (сброс позиций контроллера машиниста) уменьшить силу тяги и стабилизировать сцепление, подав песок в зону контакта колеса с рельсом.

Следует отметить, что проскальзывание колеса по рельсу является не только следствием ухудшения сцепления; оно может быть вызвано другими причинами и в свою очередь оказывать неблагоприятное влияние на сцепление колеса с рельсом. Например, при вписывании колесной пары в кривые участки пути, проходимый колесом по внешнему рельсу, больше пути, проходимого колесом по внутреннему рельсу. Поскольку оба колеса принадлежат одной колесной паре, возникает проскальзывание.

Движение колесной пары на прямых участках имеет извилистый характер, определяемый конусной поверхностью катания бандажа, что также приводит к проскальзыванию колес. Возникновению проскальзывания способствует также разница в диаметре бандажей одной колесной пары.

Неблагоприятное влияние на реализацию силы тяги оказывает также пульсация вращающего момента в тяговых двигателях постоянного тока, частота и амплитуда которой зависят от типа двигателя и условий его работы. Неравномерность вращающего момента приводит к пульсации силы тяги, что неблагоприятно сказывается на сцеплении.

Необходимо отметить, что с ростом скорости движения происходит снижение коэффициента сцепления, а следовательно, силы сцепления и силы тяги.

Сложная молекулярно-механическая природа контакта колеса с рельсом и возникновения сил сцепления определяет большое число случайных факторов, влияющих на реализуемую силу тяги. Кроме того, нагрузка от колес на рельсы также меняется в широких пределах в связи с тем, что локомотив представляет собой сложную динамическую колебательную систему. По указанным причинам вычисление физического коэффициента сцепления – достаточно сложная и трудоемкая операция; использовать же на практике постоянно меняющийся параметр неудобно. Для того чтобы исключить указанные затруднения, вводят расчетный коэффициент сцепления ψ_k ; его используют для определения расчетной силы тяги F_k .

Расчетный коэффициент сцепления определяют на основе результатов специальных опытов, проведенных в условиях эксплуатации. Полученные результаты обрабатывают, используя специальные математические методы; поэтому расчетный коэффициент сцепления представляет собой усредненное значение полученных опытных данных и учитывает изменение динамических сил и нагрузок от колесной пары на рельсы при реализации силы тяги.

Для тяговых расчетов значение расчетного коэффициента сцепле-

ния определяют по эмпирическим формулам, приведенным в Правилах тяговых расчетов для поездной работы (ПТР) и учитывающим изменение его в зависимости от скорости движения.

В зимний период при особо неудовлетворительных условиях сцепления (бураны, гололед и др.) в зависимости от конкретных особенностей железнодорожных участков разрешается временно снижать коэффициент ψ_k , определенный по расчетным формулам, но не более чем на 15 %. Разрешается также снижать его значение, если на расчетном и труднейших подъемах имеются кривые малого радиуса. На сколько можно снизить ψ_k , определяют в зависимости от радиуса кривой.

§ 4. ТЯГОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Для тяги поездов существенно важно не только абсолютное значение силы тяги, но и скорость, при которой она реализована, поскольку в процессе ведения поезда локомотивная бригада регулирует как силу тяги, так и скорость движения и для изменения скорости изменяет силу тяги. Взаимосвязь этих параметров для локомотива любой серии ясна из его тяговой характеристики, представляющей собой зависимость силы тяги от скорости движения, при которой она реализована.

Тяговые характеристики локомотивов получают либо путем проведения паспортных испытаний локомотивов, либо для электроподвижного состава пересчетом электромеханических характеристик тягового двигателя (зависимость частоты вращения, вращающего момента и КПД на валу двигателя от тока) и отнесением их к ободу колеса. Тяговые характеристики эксплуатируемых локомотивов, дизель- и электропоездов даны в ПТР [16]. В качестве примера на рис. 2, 3, 4 приведены некоторые из них. Тяговые характеристики определяют при полном диаметре бандажей, номинальных уровнях напряжения на токоприемнике для электроподвижного состава и мощности дизеля для тепловозов.

Любая тяговая характеристика представляет собой семейство кривых, каждая из которых соответствует определенному режиму работы. Для электроподвижного состава (ЭПС) постоянного тока каждая кривая соответствует определенной группировке тяговых двигателей (С – последовательное соединение, СП – последовательно-параллельное, П – параллельное) и полному или ослабленному возбуждению, для ЭПС переменного тока и тепловозов – определенной позиции контроллера машиниста и также полному или ослабленному возбуждению тяговых двигателей. В связи с тем что в отличие от электровозов на тепловозах переход с полного на ослабленное возбуждение тяговых двигателей и обратный переход осуществляются автоматически, а не по воле машиниста, на тяговой характеристике эксплуатируемых тепловозов показаны точки переходов.

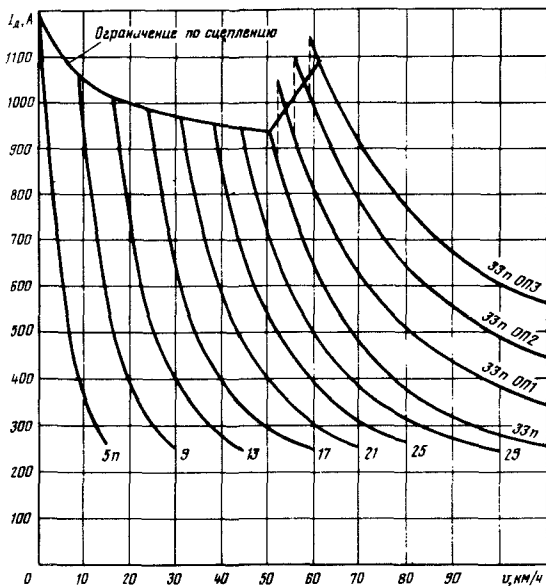


Рис. 2. Тяговые характеристики электровоза ВЛ85

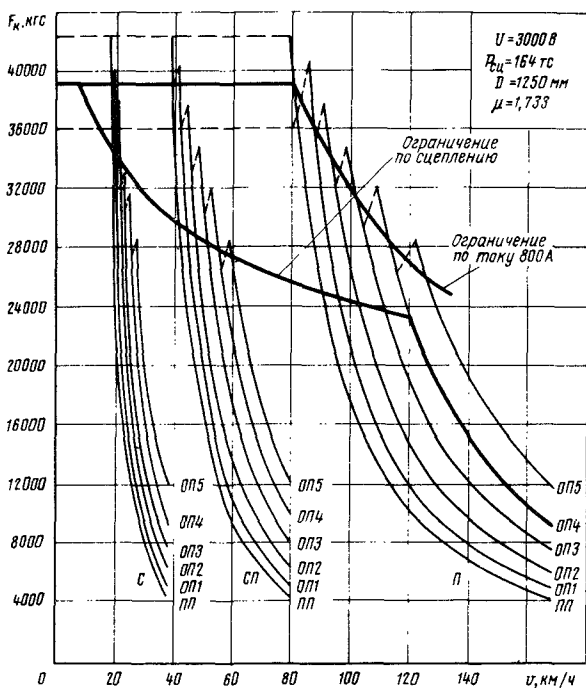


Рис. 3. Тяговые характеристики электровоза ЧС7

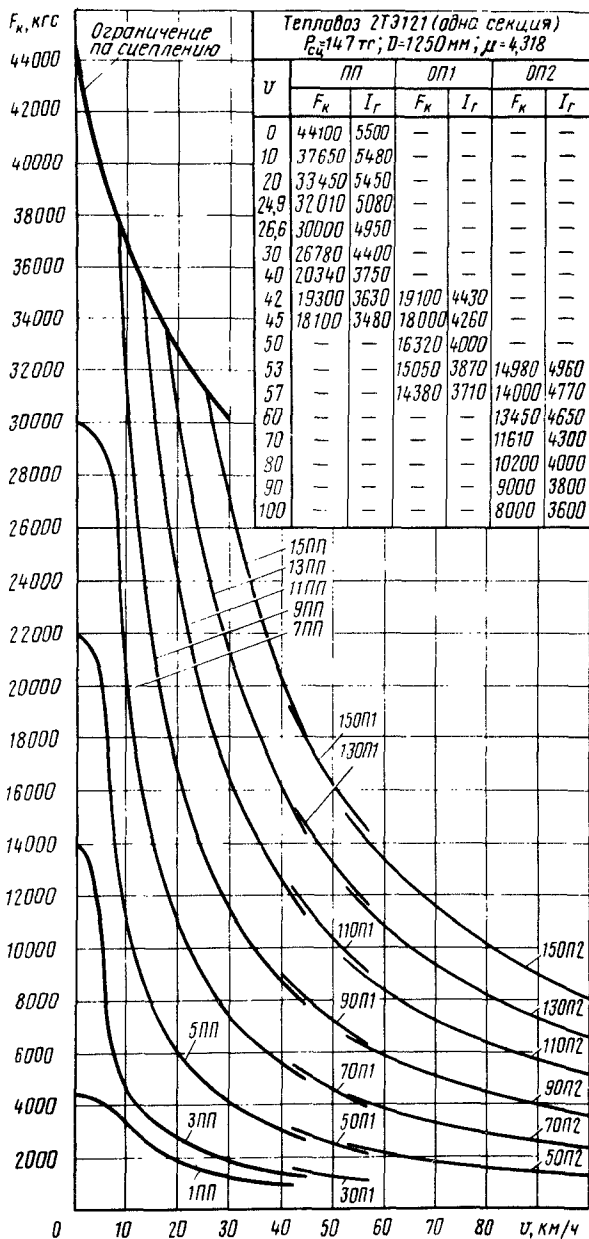


Рис. 4. Тяговые характеристики тепловоза 2ТЭ121 (одна секция)

Тяговым характеристикам свойственны ограничения по конструктивной скорости. Кроме того, в зоне больших значений силы тяги и сравнительно небольших скоростей могут иметь место ограничения силы тяги по сцеплению колесных пар с рельсами и току коммутации электрических машин, превышение которого может привести к недопустимому искрению по коллектору и возникновению кругового огня.

У тепловозов имеются дополнительные ограничения тяговых характеристик по дизелю и тяговой передаче.

§ 5. СИЛА СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ

Составляющие силы сопротивления движению. Движущийся поезд взаимодействует с железнодорожным путем, воздушной средой. Эти взаимодействия создают неуправляемую внешнюю силу сопротивления движению, действующую против направления движения. От соотношения силы тяги и силы сопротивления во многом зависит масса и скорость движения поезда, время его хода по перегонам, расход топливно-энергетических ресурсов. Принято различать основное W_0 и дополнительное W_d сопротивления движению. Если основное сопротивление движению действует постоянно при движении подвижного состава, то дополнительное W_d возникает лишь в случаях трогания с места, движения по уклону, кривым, при пониженной температуре наружного воздуха, ветре.

Основное сопротивление соответствует движению поезда на прямом горизонтальном пути и состоит из основного сопротивления движению локомотива W'_0 и вагонов W''_0 . Основное сопротивление движению поезда определяется следующим: силами трения деталей подвижного состава, главным образом в буксовых подшипниках; силами трения между колесами и рельсами; уменьшением кинетической энергии поезда от ударов и колебаний; силой сопротивления воздушной среды.

Потери на трение в буксовых подшипниках зависят, главным образом, от качества смазки, температуры наружного воздуха, скорости движения поезда и удельного нажатия подшипника на шейку оси. В связи с этим представляется эффективным для снижения основного сопротивления движению применять сезонные смазки, соответствующие температуре наружного воздуха, и подогрев осевой смазки при низкой температуре; уменьшать по возможности число остановок и последующих троганий поездов, а также предупреждений об ограничениях скорости; заменять подшипники скольжения в буксах на роликовые. На основное сопротивление влияет также состояние сцепных приборов поезда и трение в них.

Основное сопротивление движению. При движении колес по рельсам возникают потери от силы трения качения, которая тем больше, чем меньше диаметр колеса и чем мягче поверхности колеса и

рельсов. Поэтому на участках с мощными термически упрочненными рельсами при хорошем состоянии верхнего строения пути сопротивление от трения качения наименьшее. Несколько уменьшается трение качения по мере роста скорости движения.

Качение колеса по рельсам сопровождается трением скольжения, которое возникает вследствие конусности профиля поверхности катания колес, извилистости движения колес при вписывании их в рельсовую колею, неравенства диаметров колес одной колесной пары, неправильной сборки экипажной части при ремонте, неравномерного износа и др.

Движение подвижного состава по рельсам сопровождается ударами, возникающими, в первую очередь, на стыках, вследствие неровностей пути в профиле и плане, наличия лысок и других неровностей поверхности катания колес и др. На удары затрачивается кинетическая энергия движущегося поезда, для восстановления которой требуется определенная работа. Сила сопротивления движению от ударов в значительной степени зависит от состояния и размера стыков, длины рельсов, содержания рельсовой колеи. Применение бесстыкового пути значительно уменьшает сопротивление движению от ударов.

Часть энергии движущегося поезда затрачивается на деформацию верхнего строения пути, которая также создает сопротивление движению поезда. Оно зависит от степени деформации пути, нагрузки от оси на рельсы и скорости движения.

Помимо взаимодействия с путем, движущийся поезд взаимодействует с окружающей воздушной средой. Воздействие ее на поезд выражается в том, что лобовая поверхность поезда подвергается давлению уплотненного воздуха. У тыловых поверхностей поезда и в междвагонных промежутках возникает разрежение, происходит завихрение воздуха. Одновременно поверхность поезда подвергается трению о воздух. Все эти воздействия воздушной среды создают сопротивление движению, которое зависит от скорости движения, формы и размеров подвижного состава, а также характера его поверхности. Открытые окна и люки увеличивают сопротивление воздушной среды. Это сопротивление может увеличиваться в несколько раз при наличии ветра, особенно бокового направления.

В пассажирских поездах, движущихся с высокими скоростями, сопротивление от воздушной среды приобретает большое значение, преобладающее над другими видами сопротивления движению. Это вынуждает придавать подвижному составу обтекаемую форму (в первую очередь локомотивам и головным вагонам дизель- и электропоездов), совершенствовать форму кузовов с целью уменьшения возможности образования завихрений. Таким образом, основное сопротивление движению является результатом действия разнообразных факторов, изменяющихся по различным законам.

Формулы для расчета основного сопротивления движению. Поскольку основное сопротивление зависит от рода подвижного состава и его ходовых частей, нагрузки вагона, скорости движения, количе-

ства и качества смазки, состояния трущихся поверхностей, силы и направления ветра и многих других факторов, причем существует зависимость не только сопротивления движению от этих факторов, но и влияние их друг на друга, рассчитать основное сопротивление для различных условий работы подвижного состава практически невозможно. Да и пользоваться результатами таких расчетов оказалось бы крайне неудобно ввиду многообразия условий работы. Исходя из этого при тяговых расчетах используют эмпирические зависимости, относящиеся к некоторым усредненным условиям работы и учитывающие при определении основного сопротивления движению лишь три основных фактора: род подвижного состава, скорость его движения и массу, приходящуюся на ось.

Как указывалось выше, основное сопротивление движению поезда W_0 представляет собой сумму основного сопротивления движению локомотива W'_0 и состава W''_0

$$W_0 = W'_0 + W''_0.$$

Удельное сопротивление движению, кгс/т, для локомотивов [16]

$$w'_0 = W'_0 / P;$$

для состава

$$w''_0 = W''_0 / Q;$$

для поезда

$$w_0 = W_0 / (P + Q),$$

где P — масса локомотива, т; Q — масса состава, т.

На бесстыковом пути сопротивление от ударов значительно меньше, чем на звеньевом; поэтому Правилами тяговых расчетов предусмотрено применение отличающихся формул для движения на звеньевом и бесстыковом пути.

Так, в зависимости от скорости v основное удельное сопротивление движению четырехосных грузовых вагонов на роликовых подшипниках при массе q_0 , приходящейся на ось вагона, более 6 т на звеньевом пути

$$w''_0 = 0,7 + \frac{3 + 0,1v + 0,0025v^2}{q_0},$$

на бесстыковом пути

$$w''_0 = 0,7 + \frac{3 + 0,09v + 0,002v^2}{q_0}.$$

Как видим, приходящаяся на ось масса вагона входит в знаменатель. Таким образом, при большей загрузке вагонов основное удельное сопротивление движению уменьшается и, наоборот, при меньшей загрузке увеличивается. Из практики вождения поездов локомотивным бригадам известно, что при ведении двух поездов одинаковой массы тяжелее идет тот, в котором вагоны загружены меньше. Это объясняется их большим основным удельным сопротивлением движению.

Таким же образом рассчитывается основное удельное сопротивление движению для пассажирских вагонов и тягового подвижного состава. Для тягового подвижного состава это сопротивление рассчитывают отдельно для режимов тяги и выбега. Так, для электровозов и тепловозов при движении по звеньевому пути в режиме тяги

$$w'_0 = 1,9 + 0,01v + 0,0003v^2,$$

на выбеге

$$w_x = 2,4 + 0,011v + 0,00035v^2.$$

При движении электровозов и тепловозов на бесстыковом пути

$$w'_0 = 1,9 + 0,008v + 0,00025v^2,$$

на выбеге

$$w_x = 2,4 + 0,009v + 0,00035v^2.$$

Сравнение приведенных формул показывает, что основное удельное сопротивление на выбеге больше, чем в режиме тяги. Это явствует из больших значений численных коэффициентов. Такое положение является следствием условного разделения основного сопротивления движению локомотива на две части, одна из которых учитывает сопротивление движению локомотива как повозки, а другая — как машины. Сопротивление движению локомотива как машины вызвано потерями мощности на трение в тяговой зубчатой передаче и моторно-осевых подшипниках при передаче вращающего момента от вала тягового электродвигателя к движущей колесной паре. Эти потери мощности, связанные с реализацией силы тяги, учтены в тяговой характеристике. При движении же на выбеге, когда сила тяги не реализуется, сопротивление движению локомотива как машины должно складываться с сопротивлением его как повозки.

ПТР рекомендуются аналогичные формулы для подсчета основного удельного сопротивления движению для моторвагонного подвижного состава на звеньевом и бесстыковом пути в режиме тяги и холостого хода.

Для расчетов, требующих повышенной точности, значение удель-

ного основного сопротивления движению принимают по опытным графическим зависимостям. В качестве примера на рис. 5 приведены кривые основного удельного сопротивления движению тепловозов как повозки.

Дополнительное удельное сопротивление от уклона. Крутизна уклона элемента профиля пути определяется отношением разницы отметок над уровнем моря начала и конца элемента к его длине и выражается в тысячных с точностью до одного знака после запятой. Обозначается она буквой i со знаком плюс, если относится к подъему, и со знаком минус, если имеется в виду спуск. Дополнительное сопротивление от уклона w_i численно равно его крутизне в тысячных ($w_i = i$) и добавляется к основному удельному сопротивлению при движении по подъему или вычитается из него при движении по спуску.

Дополнительное удельное сопротивление движению от кривой. Данная составляющая дополнительного сопротивления определяется разницей в дополнительных сопротивлениях, испытываемых подвижным составом при движении по кривому и прямому участкам пути. Это дополнительное сопротивление движению возникает при вписывании подвижного состава в кривую вследствие действия следующих факторов: трения бандажей о наружный рельс, к которому они прижимаются под действием центробежной силы; дополнительного продольного и поперечного проскальзывания и соответствующего трения скольжения, вызванного тем, что наружное колесо каждой колесной пары проходит больший путь, нежели внутреннее; трения в шкворнях при повороте тележек и в боковых опорах. Дополнительное сопротивление от кривизны пути зависит от многих факторов: радиуса кривой, ширины колеи, базы и конструкции тележек, степени износа бандажей и рельсов, скорости движения, возвышения наружного рельса и др. Для практических расчетов пользуются эмпирическими формулами, учитывающими зависимость удельного дополнительного сопротивления от радиуса кривой:

$$w_r = 700/R.$$

Дополнительное удельное сопротивление от приведенного уклона. Оно основано на замене дополнительного сопротивления от кривой

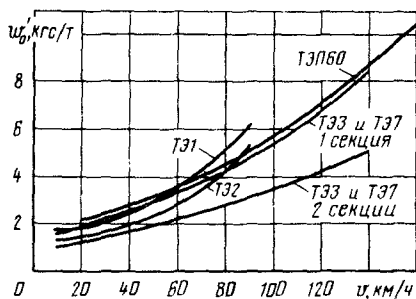


Рис. 5. Основное удельное сопротивление движению тепловоза как повозки в зависимости от скорости движения

фиктивным подъемом, который вызывает такое же удельное сопротивление движению, как кривая данного радиуса. Дополнительное удельное сопротивление движению от приведенного уклона выражают как сумму сопротивления от уклона и кривой:

$$i_k = i + w_r.$$

Дополнительное удельное сопротивление движению от подвагонных генераторов. Это дополнительное сопротивление зависит от средней условной мощности подвагонного генератора, приходящейся на один вагон поезда P' (кВт), скорости движения v (км/ч) и средней для состава нагрузки, приходящейся на ось колесной пары пассажирского вагона q_0 :

$$w_{\text{гг}} = 136P' / (q_0 v).$$

Дополнительное удельное сопротивление от подвагонных генераторов учитывают при скоростях движения поезда, превышающих 20 км/ч.

Дополнительное сопротивление от низкой температуры наружного воздуха. При низкой температуре наружного воздуха сопротивление, обусловленное воздействием воздушной среды, увеличивается по сравнению с принятым при определении основного сопротивления движению (см. с. 18). Кроме того, при значительном понижении температуры наружного воздуха увеличивается вязкость смазки, что вызывает повышение сил трения во фрикционных узлах подвижного состава, а следовательно, и увеличение сопротивления движению поезда. Для того чтобы не допустить значительного повышения силы трения, а следовательно, и сопротивления движению, широко применяют сезонные смазки. В связи с тем что наибольшее влияние на рост сопротивления при низкой температуре оказывает сопротивление воздушной среды, которое в значительной степени связано со скоростью движения поезда, Правилами тяговых расчетов рекомендуется при температуре -30°C и ниже вводить коэффициент $k_{\text{нт}}$, увеличивающий основное удельное сопротивление движению на 1,0–17,0 % в зависимости от температуры наружного воздуха и скорости движения поезда.

Дополнительное сопротивление движению поезда от ветра. Сопротивление движению в значительной степени зависит от направления и скорости ветра. В большинстве случаев ветер увеличивает сопротивление движению; исключение составляет случай, когда направление ветра совпадает с направлением движения поезда. Увеличивают сопротивление воздушной среды лобовой ветер, направленный навстречу движению, и боковой, стремящийся сдвинуть подвижной состав поперек пути. При этом вследствие конусности поверхности катания колес возникает неравенство кругов катания

колес, принадлежащих одной и той же колесной паре, что приводит к дополнительному проскальзыванию колес по рельсам, сопровождающемуся возникновением значительной силы трения; особенно сильно это проявляется в случаях набегания гребней колесных пар на рельсы.

Дополнительное сопротивление движению поездов от встречного ветра в зависимости от скорости движения поезда учитывается путем введения коэффициента k_v , увеличивающего основное сопротивление движению. Правилами тяговых расчетов при скорости ветра 6–12 м/с установлены значения коэффициента k_v от 3 до 42 %. Перечень участков, на которые это изменение распространяется, а также скорости ветра, учитываемые при выполнении расчетов для каждого принятого периода, принимаются на основании многолетних данных метеослужбы и утверждаются МПС.

Удельное сопротивление состава при трогании с места. При трогании поезда с места возникает дополнительное сопротивление, вызываемое, главным образом, увеличенным трением в буксовых подшипниках. Коэффициент трения повышается вследствие уменьшения масляного слоя между подшипником и шейкой оси на стоянке, снижения температуры и повышения вязкости смазки, особенно в зимнее время. Кроме того, возрастает сопротивление качения колес по рельсам, поскольку за время стоянки возникает остаточная деформация взаимодействующих поверхностей колес и рельсов. Поэтому основное сопротивление движению при трогании с места и до достижения некоторой скорости превышает рассчитанное по приведенным выше формулам. Это превышение зависит от длительности стоянки поезда перед троганием, температуры окружающего воздуха, типа примененных подшипников и рода смазки, а также состояния ходовых частей вагонов.

Значение удельного сопротивления троганию поезда с места определяют по опытным формулам, рекомендуемым Правилами тяговых расчетов, при трогании с места на площадке раздельно для подвижного состава на подшипниках скольжения и качения в зависимости от массы, приходящейся на ось вагона. У вагонов на буксах с роликовыми подшипниками сопротивление троганию примерно в 5 раз меньше, чем при подшипниках скольжения. Поэтому при наличии в составе поезда тех или других вагонов определяют средневзвешенное значение удельного сопротивления.

Рассматривая удельное сопротивление состава при трогании с места, необходимо отметить важность неодновременности приведения в движение отдельных вагонов состава, поскольку после начала движения каждого вагона его дополнительное сопротивление троганию с места довольно быстро уменьшается. Если бы это было не так, то для одновременного приведения всего состава в движение потребовалась бы значительно большая сила тяги. Отсюда ясно, как важно предварительно осаживать поезд и приводить его в сжатое состояние. Этим обеспечивается неодновременность и поочередность трогания

вагонов с места. Кроме того, используется потенциальная энергия сжатых фрикционных аппаратов автосцепки и кинетическая энергия части вагонов, пришедших в движение.

* * *

Таким образом, полное общее сопротивление движению представляет собой сумму основных и дополнительных сопротивлений локомотива и вагонов. Хотя локомотивная бригада не может регулировать силы сопротивления движению поезда, она должна четко представлять себе природу и значение этих сил, характер их действия, для того чтобы правильно использовать мощность локомотива, преодолевать сопротивление движению с наименьшей затратой топливно-энергетических ресурсов. Снижению сопротивления движению способствует проведение таких мероприятий, как усиление верхнего строения пути, замена звеньевоего пути на бесстыковой, перевод подвижного состава на подшпирники качения, смягчение профиля пути и др.

Отметим, что все подобные мероприятия требуют существенных капиталовложений. В условиях железных дорог необходимо уделять больше внимания таким мерам, как улучшение технического состояния локомотивов и вагонов, особенно их экипажной части и, в первую очередь, буксового узла, тормозного оборудования, применение рекомендованных сезонных смазок, улучшение содержания пути и искусственных сооружений, сокращение числа предупреждений об ограничении скорости, подготовка подвижного состава к перевозкам, закрытие люков и дверей и др. Большая роль принадлежит рациональной организации движения поездов на участке, строгому выполнению графика движения, правильному диспетчерскому руководству. Необходимо исключить скрещение и обгон поездов на станциях, расположенных на неблагоприятном профиле; задержку поездов у входных сигналов и в других не предусмотренных графиком случаях; обеспечивать минимальное число скрещений и обгонов, своевременную информацию локомотивной бригады с тем, чтобы она могла реализовывать наиболее оптимальный режим ведения поезда и высокоэффективное использование мощности локомотива.

§ 6. ТОРМОЗНАЯ СИЛА ПОЕЗДА

Режим ведения и тормозные системы поезда. Локомотивная бригада при движении поезда осуществляет постоянное регулирование силы тяги и скорости движения. Необходимость в этом вызывается непрерывным изменением профиля и плана пути, а значит, сопротивления движению, различным уровнем допускаемых скоростей, остановкой поездов на раздельных пунктах. Реализовать такой режим, используя лишь силу тяги и силу сопротивления движению, невозможно, для этого необходима создаваемая по мере надобности и изменение

мая машинистом тормозная сила поезда. Именно с ее помощью осуществляют остановку поезда и снижение его скорости путем изменения кинетической энергии движущегося поезда.

Тормозной называют внешнюю силу, создаваемую тормозными средствами поезда во взаимодействии с рельсовым путем, регулирующую машинистом и направленную против движения. Тормозная сила имеет большое значение для обеспечения нормального и безопасного движения поездов, во всяком случае не меньшее, чем сила тяги. Поскольку при торможении необходимо на небольшом расстоянии погасить кинетическую энергию движущегося поезда, тормозная сила по величине значительно превосходит силу тяги.

Применяются различные системы создания тормозной силы, которые могут быть объединены в две основные группы: фрикционные и электрические. При фрикционных тормозных системах сила торможения образуется вследствие трения тормозных колодок о поверхность катания колесных пар. Прижатие колодок и тормозной эффект возникают при разрядке магистрали. Тормоза каждого вагона последовательно приходят в действие по мере распространения тормозной волны вдоль поезда. При большой длине современных поездов проходит значительное время между началом срабатывания тормозов в головной и хвостовой частях, что влечет за собой отрицательные последствия в виде динамических реакций в составе, угрожающих безопасности движения и могущих привести к разрыву поезда. Этих недостатков лишена система электропневматических тормозов, обеспечивающая одновременность срабатывания тормозов в поезде, однако такая система применяется лишь в пассажирских и пригородных поездах.

В системах электрического торможения тяговые электродвигатели переводятся в тормозной режим и работают в качестве генераторов, преобразующих кинетическую и потенциальную энергию поезда в электрическую. Выработанная электрическая энергия при рекуперативном торможении поступает в контактную сеть, при реостатном гасится в резисторах тягового подвижного состава. Однако электрические тормоза применяются, главным образом, для регулировочных торможений.

Основным же в поезде является фрикционный пневматический колодочный тормоз, обеспечивающий гашение кинетической энергии поезда путем прижатия тормозных колодок к поверхности катания колес и трения об эту поверхность. Кроме того, часть подвижного состава оборудована ручным тормозом, позволяющим удерживать поезд при отказе автоматического тормоза.

В зависимости от назначения различают следующие режимы работы автоматических тормозов: экстренное, полное служебное и регулировочное торможение.

Образование тормозной силы. При поступлении сжатого воздуха в тормозной цилиндр усилие от его штока через систему рычагов передается на тормозную колодку, которая с определенной силой (силой

нажатия K) прижимается к поверхности катания колеса. В результате возникает сила трения, пропорциональная коэффициенту трения φ_k . Однако сила трения, являясь внутренней по отношению к поезду, не может его затормозить. Для того чтобы возникла тормозная сила B , необходимо сцепление колеса с рельсом. Именно в контакте колеса с рельсом возникает внешняя по отношению к поезду тормозная сила B , однако действует она против направления движения.

Как и сила тяги, тормозная сила не должна превышать силу сцепления колеса с рельсом. В противном случае колесо прекращает вращение и возникает так называемый юз — явление, связанное со снижением тормозной эффективности, повреждением колеса и рельсов. Тормозная сила зависит от материала тормозной колодки и поверхности катания колеса. Наименьший коэффициент трения имеют чугунные колодки. Стремление повысить коэффициент трения привело к созданию чугунных тормозных колодок с повышенным содержанием фосфора (1,0–1,4 %) и композиционных колодок с увеличенным коэффициентом трения.

ПТР рекомендуют различные расчетные формулы для коэффициента трения колодок φ_k в зависимости от их материала (рис. 6). Рекомендуемые ПТР эмпирические формулы учитывают зависимость коэффициента трения, помимо материала, от скорости движения и силы нажатия K . Сила нажатия тормозной колодки зависит от конструкции подвижного состава, диаметра тормозных цилиндров, давления воздуха в них, характеристики пружин, передаточного числа, КПД рычажной передачи и др.

Коэффициент нажатия тормозных колодок. Отношение суммы сил нажатия колодок на колеса одной оси к нагрузке от этой оси на рельсы называют коэффициентом нажатия колодок ϑ (тормозным коэффициентом). Как и сила тяги, сила торможения не должна превышать силу сцепления между колесами и рельсами. Учитывая это условие обеспечения нормального торможения, коэффициент ϑ можно представить как отношение коэффициента сцепления ψ_k к коэффициенту

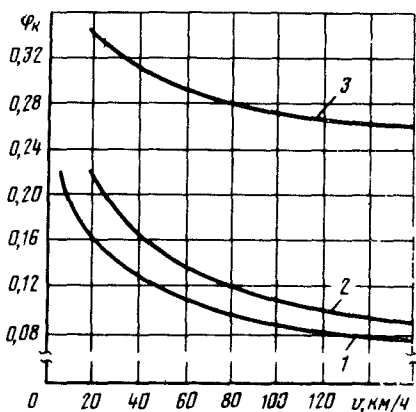


Рис. 6. Зависимость коэффициента трения от скорости и материала тормозных колодок: 1 — стандартные чугунные колодки; 2 — из фосфористого чугуна; 3 — композиционные

трения φ_k . Коэффициент ϑ — величина непостоянная, поскольку значения коэффициентов сцепления и трения изменяются в эксплуатации в широких пределах, главным образом в зависимости от состояния поверхностей трения колес и рельсов, их увлажненности, определяемой погодой. Коэффициенты сцепления и трения неодинаково меняются с изменением скорости движения. Это делает очень важным правильный выбор значения коэффициента нажатия колодок, поскольку его занижение приводит к уменьшению тормозной силы, а завышение может вызвать движение юзом, заклинивание колес, что также уменьшает тормозную силу и приводит к повреждению деталей подвижного состава и рельсового пути, особенно в зимнее время. При этом образуется местный износ — выбоины на поверхности катания колес, в результате чего возникают удары при каждом обороте колеса, что приводит к повреждению ходовых частей подвижного состава и рельсов.

Особенно опасны большие выбоины в зимнее время, так как они могут привести к массовому излому рельсов.

Определение тормозной силы поезда. Тормозная сила поезда B определяется числом тормозных осей и нажатиями колодок. Она равна произведению суммы нажатий всех тормозных колодок поезда $\sum K$ на коэффициент трения φ_k . При расчетах тормозную силу, как и другие силы, действующие на поезд, принято относить к 1 т массы поезда. Тогда удельная тормозная сила b_k равна произведению коэффициента трения на тормозной коэффициент состава ϑ .

Отсюда ясно, как важно правильно установить тормозной коэффициент состава: он является не отвлеченной теоретической величиной, а важнейшим эксплуатационным показателем. Умножив его на 100, получим нажатие тормозных колодок в тонна-силах, приходящееся на каждые 100 т массы поезда, т. е. характеристику обеспеченности поезда тормозами.

Отметим, однако, что расчет тормозной силы становится крайне затруднительным при наличии в составе вагонов с различным нажатием на тормозную колодку. В таком случае необходимо определять число колодок или групп колодок с одинаковым нажатием, умножать на него соответствующее значение нажатия и полученные произведения складывать.

Для того чтобы исключить такой сложный способ подсчета, вводят расчетный коэффициент трения $\varphi_{кр}$ и расчетную силу нажатия на колодку K_p . В Правилах тяговых расчетов приведены формулы для определения коэффициента трения чугуновых и композиционных колодок в зависимости от скорости движения, полученные исходя из средних значений действительных сил нажатия на колодку четырехосного вагона. Эти силы составляют соответственно 2,7 тс для чугуновых колодок и 1,6 тс для композиционных. Переход от действительной силы нажатия к расчетной производят по формулам, приведенным там же.

Тормоза грузовых вагонов при чугунных колодках включают на порожний режим при полезной нагрузке на одну ось до 3 тс, на средний при нагрузке до 6 тс и на груженный режим, если нагрузка превышает 6 тс.

Тормоза рефрижераторных вагонов на чугунных колодках включают на средний режим при полезной нагрузке до 3 тс на одну ось и на груженный при большей нагрузке.

Расчетная сила нажатия чугунных тормозных колодок одной оси при ручном торможении для удержания остановившегося подвижного состава на месте принимается для пассажирских цельнометаллических вагонов и вагонов рефрижераторных поездов равной 4 тс, для остальных пассажирских вагонов и всех грузовых вагонов 2 тс, для тягового подвижного состава 5 тс.

Расчетный тормозной коэффициент поезда представляет собой отношение суммы тормозных расчетных сил нажатия всех тормозных колодок поезда к сумме веса состава и учетного веса локомотива. Значение расчетных сил нажатия для различных типов вагонов, серий тягового подвижного состава и учетного их веса приводится в Правилах тяговых расчетов и Инструкции по эксплуатации тормозов подвижного состава железных дорог ЦТ-ЦВ-ЦНИИ/4440.

При тормозных расчетах для грузовых поездов силу пневматического тормоза локомотива и его массу не учитывают, кроме случаев, относящихся к движению по спускам крутизной более 20‰ и одиночным локомотивам.

Электрическое торможение (рекуперативное и реостатное) используют как регулировочное при движении поезда по перегону. Оно обладает высокой эффективностью, проявляющейся в возможности автоматического поддержания тормозной силы и постоянной скорости на заданном уровне, экономии электроэнергии (при рекуперативном торможении), значительном уменьшении износа колесных пар и тормозных колодок. Для получения необходимого тормозного эффекта все тяговые двигатели отключают от контактной сети, производят ряд переключений в электрических цепях и затем двигатели подключают к потребителю электрической энергии. Реализуемая при рекуперативном торможении тормозная сила зависит от тока рекуперации, тока возбуждения тяговых двигателей и скорости движения, а при реостатном торможении — от тока через тормозные резисторы. При электрическом торможении, так же как и при пневматическом, тормозная сила имеет ограничение по сцеплению, превышение которого может привести к юзу колесных пар. Как видно из характеристик, приведенных на рис. 7 и 8 в качестве примера, помимо ограничения по сцеплению при рекуперативном торможении, имеются ограничения по максимально допустимому отношению тока якоря к току возбуждения тяговых двигателей и максимальной допустимой скорости, при реостатном торможении — по току возбуждения, току тормозных резисторов и максимальной допустимой скорости.

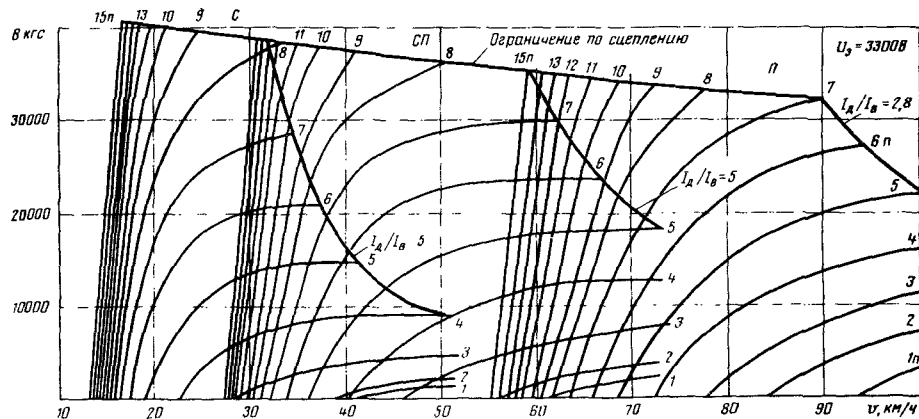


Рис. 7. Тормозные характеристики электровоза ВЛ11 при рекуперативном торможении (две секции)

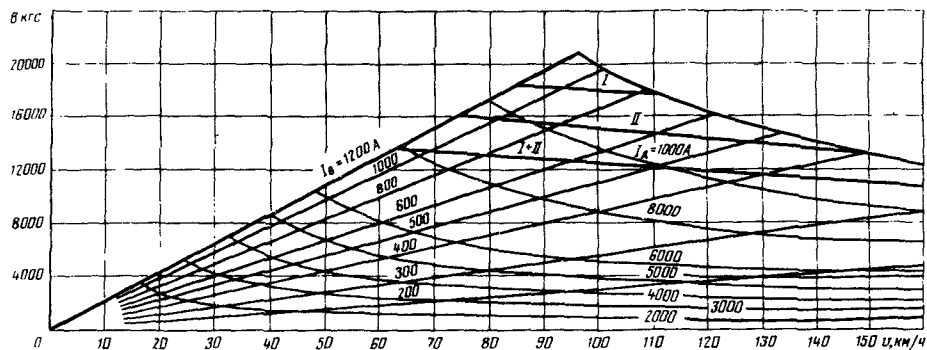


Рис. 8. Тормозные характеристики электровоза ЧС4Т при реостатном торможении

§ 7. РАВНОДЕЙСТВУЮЩАЯ СИЛА, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПОЕЗД. УРАВНЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДА

Характер движения поезда и изменения его скорости зависят от величины и направления равнодействующей сил. В свою очередь величина и направление равнодействующей могут меняться в зависимости от режима работы локомотива. Напомним, что принято различать режимы тяги, холостого хода или выбега и торможения.

Режим тяги соответствует движению локомотива с работающими тяговыми двигателями, обеспечивающими повышение скорости движения, сообщение поезду кинетической энергии и преодоление действия сил сопротивления. Равнодействующая сила в этом случае определяется разностью силы тяги и силы сопротивления: $F_K - W$.

При холостом ходе, т. е. на выбеге, тяговые двигатели локомотива отключены, а движение поезда осуществляется под действием накопленной ранее кинетической энергии. Равнодействующая сила в данном случае определяется силой сопротивления движению со знаком минус: $-W$.

В режиме торможения, помимо силы сопротивления движению, действует тормозная сила. Равнодействующая в этом случае равна сумме сил сопротивления движению и тормозной, взятой со знаком минус: $-(W + B_K)$.

Величина и направление равнодействующей силы определяют движение поезда. Если равнодействующая сила больше нуля и имеет то же направление, что и движение, она его ускоряет. При знаке минус равнодействующая сила меньше нуля, направлена против движения и замедляет его. Равнодействующая сила, равная нулю, соответствует равномерному движению поезда либо стоянке. Соответственно равнодействующую силу называют ускоряющей ($F - W$), либо замедляющей [$-W$ и $-(W + B)$].

Диаграмма ускоряющих и замедляющих сил. Для наглядного представления взаимозависимости сил, действующих на поезд, пользуются графическим изображением зависимости равнодействующей $f_K - w$ от скорости движения на прямом и горизонтальном пути. Это так называемая *диаграмма ускоряющих и замедляющих сил*. Она представляет собой три кривые, из которых первая $f_K - w$ относится к тяговому режиму, вторая w_{ox} — к движению на выбеге, третья $0,5b_t + w_{ox}$ — к тормозному режиму. Пользуясь диаграммой, можно анализировать условия и характер движения поезда на различных элементах профиля пути. В качестве примера на рис. 9 дана диаграмма ускоряющих и замедляющих сил, построенная исходя из тяговой характеристики электровоза ВЛ80^к массой 184 т (двигатель НБ-418К), сил основного сопротивления движению, тормозных сил для состава массой 3800 т, сформированного из четырехосных вагонов на подшипниках скольжения, со средней массой, приходящейся на ось, 17,5 т. Для построения диаграммы определяют значения ускоряющих и замедляющих сил по результатам расчета, приведенным в табл. 1 и 2.

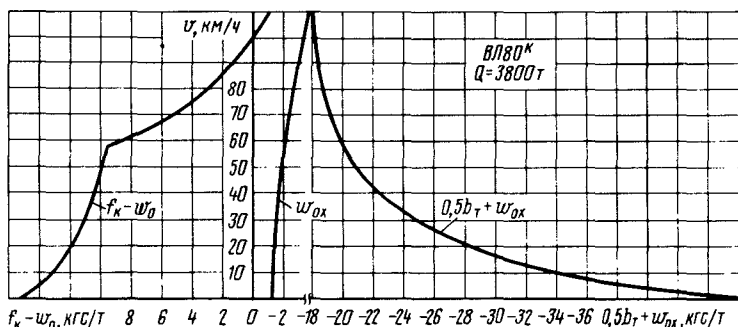


Рис. 9. Диаграмма удельных ускоряющих и удельных замедляющих сил электровоза ВЛ80^К с составом массой 3800 т

Для определения удельных ускоряющих сил сначала находят силу тяги электровозов по жирным линиям тяговых характеристик (см. рис. 2–4). Для электровозов ВЛ80^К в интервале скоростей от 0 до 57,5 км/ч силу тяги определяют из таблицы ограничения по сцеплению, а в интервале от 57,5 до 110 км/ч – из таблицы ограничения по ослаблению возбуждения. Значения скоростей из указанных таблиц тяговой характеристики записывают в определенные графы табл. 1 и 2, соответствующие им значения силы тяги – в графу F_k .

Удельное основное сопротивление движению электровоза определяют по формуле

$$w'_0 = 1,9 + 0,01v + 0,0003v^2.$$

Полное основное сопротивление движению электровоза определяют как $W'_0 = Pw'_0$.

Удельное основное сопротивление движению четырехосных вагонов на подшипниках скольжения при массе, приходящейся на ось, $q_0 = 17,5$ т определяют по формуле

$$w''_0 = 0,7 + \frac{8 + 0,1v + 0,0025v^2}{q_0}.$$

Находят полное основное сопротивление движению состава весом 3800 тс по выражению $W''_0 = Qw''_0$.

Общее сопротивление движению поезда определяют как $W_0 = Pw'_0 + Qw''_0$.

Полное значение ускоряющей силы $F_k - W_0$ определяется как разность соответствующих значений, приведенных в табл. 1.

Удельную ускоряющую силу определяют как

$$f_k - w_0 = \frac{F_k - W_0}{P + Q}.$$

Таблица 1. Результаты расчета удельных ускоряющих сил

γ , км/ч	F_K , кгс	w'_O , кгс/г	Pw'_O , кгс	w''_O , кгс/г	Qw''_O , кгс	W , кгс	$F_K - W$, кгс	$f_K - w''_O$, кгс/г
0	66 200	1,90	350	1,16	4 408	4 758	61 442	15,4
8,7	57 800	2,01	370	1,21	4 598	4 968	52 832	13,2
16,2	54 700	2,15	396	1,29	4 902	5 298	49 402	12,4
23,5	52 800	2,31	425	1,38	5 244	5 669	47 131	11,8
31,0	51 200	2,50	460	1,48	5 624	6 084	45 116	11,3
38,0	50 000	2,72	500	1,57	5 966	6 466	43 534	10,9
44,2	49 000	2,94	541	1,69	6 422	6 963	42 037	10,5
50,5	48 000	3,17	583	1,81	6 878	7 461	40 539	10,1
53,5	47 600	3,30	607	1,88	7 144	7 751	39 849	10,0
57,5	47 000	4,47	638	1,97	7 486	8 124	38 876	9,7
60,0	43 200	3,58	659	2,01	7 638	8 297	34 903	8,8
70,0	30 200	4,07	749	2,26	8 588	9 337	20 863	5,2
80,0	22 150	4,62	850	2,53	9 614	10 464	11 686	2,9
90,0	17 300	5,23	962	2,82	10 716	11 678	5 622	1,4
100,0	13 700	5,90	1086	3,16	12 008	13 094	606	0,2
110,0	10 800	6,63	1202	3,52	13 376	14 578	-3 778	-1,0

Таблица 2. Результаты расчета удельных замедляющих сил

γ , км/ч	$w_{X'}$, кгс/г	$Pw_{X'}$, кгс/г	W_{OX} , кгс	w_{OX} , кгс/г	$\phi_{кр}$	$1000\phi_{кр}$	b_T , кгс/г	$0,5b_T$, кгс/г	$0,5b_T + w_{OX}$, кгс/г
0	2,40	442	4 850	1,22	0,270	270	89,1	44,6	45,8
10	2,55	469	5 143	1,29	0,198	198	65,3	32,7	34,0
20	2,76	508	5 562	1,40	0,162	162	53,5	26,7	28,1
30	3,05	561	6 109	1,53	0,140	140	46,2	23,1	24,6
40	3,40	626	6 744	1,69	0,126	126	41,6	20,8	22,5
50	3,83	705	7 545	1,89	0,116	116	38,3	19,1	21,0
60	4,32	795	8 433	2,12	0,108	108	35,6	17,8	19,9
70	4,89	900	9 488	2,38	0,102	102	33,7	16,8	19,2
80	5,52	1016	10 630	2,67	0,097	97	32,0	16,0	18,7
90	6,23	1146	11 862	2,98	0,093	93	30,7	15,4	18,3
100	7,00	1288	13 296	3,34	0,090	90	29,7	14,9	18,2
110	7,85	1444	14 820	3,72	0,087	87	28,7	14,4	18,1

По значениям v и $f_k - w_0$, взятым из табл. 1, строят кривую удельных ускоряющих сил.

Затем определяют удельные замедляющие силы при движении поезда на выбеге и в режиме торможения. Результаты расчета приведены в табл. 2.

Рассчитывают удельное основное сопротивление движению электровагона на выбеге для значений скорости через интервал 10 км/ч по формуле $w_x = 2,4 + 0,11v + 0,00035v^2$.

Определяют полное основное сопротивление движению электровагона на выбеге, $W_x = Pw_x$.

Полное основное сопротивление движению поезда на выбеге $W_{ox} = Pw'_x + Qw''_0$.

Удельное основное сопротивление движению поезда на выбеге определяют как $w_{ox} = (Pw'_x + Qw''_0)/(P + Q)$.

По значениям v и w_{ox} строят кривую удельных замедляющих сил при движении на выбеге – зависимость $w_{ox}(v)$.

Затем рассчитывают удельные замедляющие силы для тормозного режима (служебного торможения). Для этого при значении скорости через интервал 10 км/ч определяют расчетный коэффициент трения

$$\varphi_{кр} = 0,27 \frac{v + 100}{5v + 100} .$$

Подсчитывают произведение $1000\varphi_{кр}$. Расчетный тормозной коэффициент поезда ϑ_p для стандартных чугунных тормозных колодок равен 0,33.

Удельную тормозную силу при экстренном торможении определяют как $b_T = 1000\varphi_{кр} \vartheta_p$. При остановках на станциях и раздельных пунктах расчетный тормозной коэффициент ϑ_p принимают равным половине его полного значения, поэтому в табл. 2 заполняют графу $0,5b_T$.

Итоговые значения удельных замедляющих сил определяют как $0,5b_T + w_{ox}$; по данным этой графы строят кривую режима служебного торможения.

Кривые, приведенные на рис. 9, определяют ускоряющие и замедляющие силы в процессе движения поезда по прямому и горизонтальному пути, так как при их построении учтено только основное сопротивление движению. Однако диаграммой можно пользоваться и при движении поезда по уклонам. Для этого достаточно сместить ось ординат вправо или влево соответственно крутизне уклона, которая численно равна дополнительному удельному сопротивлению движения.

Таким образом, при движении, например, по подъему +4 % ускоряющая сила уменьшается, так как сопротивление движению увеличивается, причем это уменьшение составляет 4 кгс/т и не зависит от скорости. Поэтому каждое значение разности $f_k - w_0$ надо уменьшить

на 4 кгс/т, что равносильно перемещению оси ординат на отрезок, равный 4 кгс/т влево.

При движении по спуску — 2 ‰ каждое значение $f_k - w_0$ следует увеличить на 2 кгс/т, так как к ускоряющей силе, создаваемой локомотивом, добавляется 2 кгс/т от действия уклона, что равносильно перемещению осевой линии на отрезок 2 кгс/т вправо.

Таким образом, на диаграмме ускоряющих и замедляющих сил для каждого уклона (спуска или подъема) имеется своя ось ординат. Точки пересечения этих осей с кривыми ускоряющих или замедляющих сил определяют равновесную скорость на том или ином уклоне, когда силы, ускоряющие поезд, равны силам, замедляющим его.

Как видно из рис. 9, при трогании с места на прямом и горизонтальном пути, когда скорость близка к нулю, ускоряющее усилие равно 15,4 кгс/т. Под действием его поезд приобретает ускорение, скорость постепенно возрастает. По мере увеличения скорости ускоряющая сила уменьшается вследствие как уменьшения силы тяги, так и увеличения сопротивления движению. Так, при скорости 60 км/ч ускоряющая сила составляет 8,8 кгс/т, при скорости 80 км/ч она равна 2,9 кгс/т, при скорости, близкой к 100 км/ч, ускоряющая сила становится равна нулю, т.е. сила тяги равна силе основного сопротивления. С этой скоростью поезд будет двигаться по прямому и горизонтальному пути до тех пор, пока не изменится профиль и план линии. Отсюда вытекает важная особенность: на каждом элементе профиля пути скорость движения поезда стремится к равновесной, соответствующей данному элементу. Если скорость поезда меньше равновесной, она будет возрастать до нее, если же больше, то — уменьшаться до значения, при котором силы тяги и сопротивления движению станут равными, т.е. разность между ними будет равна нулю.

Рассмотренная диаграмма ускоряющих и замедляющих сил (см. рис. 9) действительна для определенных условий, т.е. для данной массы поезда, серии электровоза, типа подвижного состава и др. С изменением какого-либо из этих параметров изменяется и диаграмма ускоряющих и замедляющих сил.

В качестве примера на рис. 10 представлены диаграммы удельных ускоряющих сил и удельных сил сопротивления движению поезда с электровозом ВЛ10^у и тепловозами 2ТЭ10В, 2ТЭ10М и 2ТЭ11Б.

После того как выявлены характер и значение сил, действующих на поезд, определена их равнодействующая, построена диаграмма ускоряющих и замедляющих сил, появляется возможность связать равнодействующую силу, приложенную к поезду, с его ускорением. Математическое выражение, связывающее ускорение поезда с приложенной к нему равнодействующей силой, называют *уравнением движения поезда*. Это уравнение используется при решении всех основных задач, встречающихся в практике тяги поездов.

Из уравнения движения поезда следует, что ускорение поезда a пропорционально удельной ускоряющей или замедляющей силе:

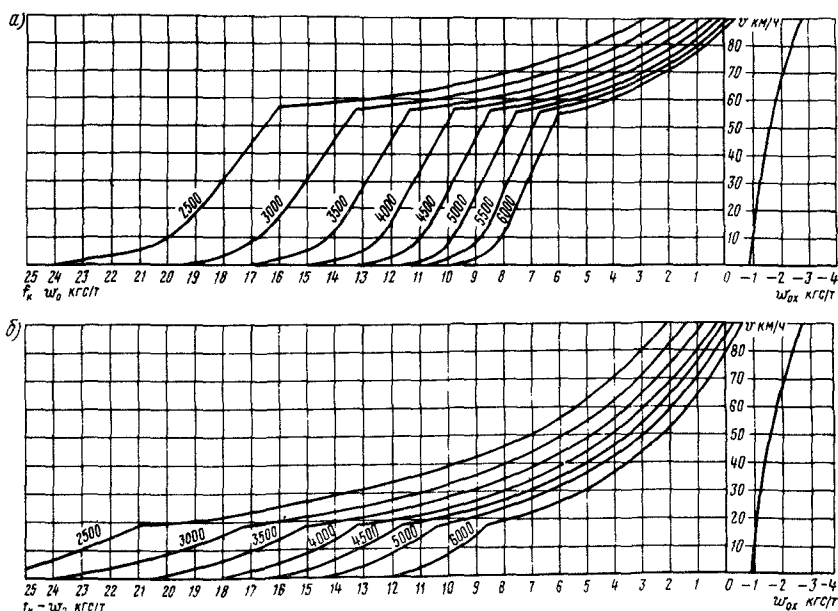


Рис. 10. Диаграмма удельных ускоряющих сил и удельных сил сопротивления движению поезда с электровозом ВЛ10^У (а) и с тепловозами 2ТЭ10В, 2ТЭ10М, 2ТЭ11Б (б)

$a = \zeta(f_k \pm w_k - b_r)$. Коэффициент ζ численно равен ускорению поезда (км/ч²) при действии удельной ускоряющей силы в 1 кгс/т с учетом инерции вращающихся частей. Необходимость учета сил инерции вращающихся частей подвижного состава определяется тем, что при изменении ускорения поезда под действием ускоряющих или замедляющих сил меняется не только характер поступательного движения поезда, но и вращательного колесных пар, деталей тягового привода локомотивов, якорей тяговых двигателей, которые также обладают инерцией. Кинетическая энергия движущегося поезда является суммой кинетической энергии поступательно движущейся массы поезда и кинетической энергии вращающихся масс. Инерция вращающихся масс, как и инерция поступательно движущейся массы поезда, противодействует ускоряющим и замедляющим силам.

Значения коэффициента ζ различны в зависимости от типа подвижного состава и колеблются от 107 до 123 км/ч². Для всех эксплуатационных расчетов значение коэффициента ξ принимают равным 120 км/ч в 1 ч, 2 км/ч в 1 мин, 1/30 км/ч в 1 с. Это означает, что при действии на поезд удельной равнодействующей силы, равной 1 кгс/т, ускорение или замедление поезда в зависимости от направления силы составляет 2 км/ч в 1 мин. Если сила 1 кгс/т будет действовать на поезд в направлении его движения, то скорость через 1 мин повысится

на 2 км/ч, а через 5 мин – на 10 км/ч. При скорости в начальный момент, например 30 км/ч, она возрастет соответственно до 32 и 40 км/ч.

С помощью уравнения движения поезда решают все основные задачи тяги поездов, включая расчет их массы, скорости движения, времени хода по перегонам, условия и результаты торможения и др.

На первый взгляд, зависимость ускорения от удельных ускоряющих или замедляющих сил достаточно проста и решение уравнения движения поезда не представляет большого труда. На самом деле решение уравнения движения вызывает большие трудности из-за сложной зависимости удельных ускоряющих и замедляющих сил от скорости движения. Эта зависимость не поддается достаточно простому аналитическому выражению, и поэтому для решения уравнения движения поезда приходится прибегать к различным приближенным расчетам, дающим приемлемые для практики результаты.

Соотношения действующих на поезд сил различны и в зависимости от этого изменяется характер движения.

В режиме тяги удельная тормозная сила b_t равна нулю и поезд движется с ускорением, пропорциональным равнодействующей силе, представляющей собой в зависимости от направления уклона (подъем или спуск) сумму или разность удельной силы тяги и сопротивления движению. Если равнодействующая сила практически не меняется, то движение происходит равноускоренно или равнозамедленно в зависимости от направления силы, т.е. с постоянным ускорением. В том случае, когда удельные силы тяги и сопротивления движению равны, движение поезда происходит с равномерной скоростью. Каждому значению приведенного уклона соответствует определенное значение равномерной (равновесной) скорости.

При движении на выбеге удельные силы тяги f_k и торможения b_t равны нулю. В этом случае равнодействующая равна удельной силе сопротивления движению w_k и поезд движется ускоренно или замедленно в зависимости от направления уклона (подъем или спуск).

При тормозном режиме удельная сила тяги равна нулю. В этом случае ускорение поезда пропорционально равнодействующей силе, равной сумме или разности удельных сил тормозной b_t и сопротивления движению w_k , которая меняет свое направление в зависимости от того, движется поезд по спуску или подъему.

Уравнение движения поезда имеет один и тот же вид, и способы его решения являются общими для различных видов тяги. В тяговых расчетах применяют различные методы решения: аналитический, графический, численный и машинный. Все эти методы являются приближенными и основаны на принципе замены действительных и меняющихся значений удельных ускоряющих и замедляющих сил их средними значениями в пределах небольших интервалов скорости движения. Чем меньше интервал скорости, тем средние значения удельных ускоряющих и замедляющих сил меньше отличаются от действительных значений и тем точнее решение. Однако уменьшение интервалов скорости значительно увеличивает объем расчетов.

Глава 2. ПРИМЕНЕНИЕ ТЯГОВЫХ РАСЧЕТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

§ 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ МАССЫ ПОЕЗДОВ

Значение правильного определения норм массы и условия их расчета. Масса и скорость движения поездов – важнейшие тягово-энергетические показатели локомотивов – характеризуют работу не только локомотивного хозяйства, но и железных дорог в целом, поскольку от них зависят пропускная и провозная способность дорог, себестоимость перевозок и производительность труда. В зависимости от массы и скорости поездов находят наивыгоднейший способ организации перевозок, устанавливают требования к технической оснащенности железных дорог, определяют основные параметры локомотивов, верхнего строения пути, длину станционных путей и т.д. Как правило, оптимальные значения массы и скорости поездов устанавливают на основании технико-экономических расчетов таким образом, чтобы обеспечить минимальные годовые приведенные расходы. Поэтому правильный расчет массы поездов имеет большое практическое значение.

Необходимо тщательно учитывать все факторы, связанные с установлением нормы массы поезда. Занижение этой нормы приводит к недоиспользованию тяговых качеств локомотива и, как следствие, к ухудшению тягово-энергетических, эксплуатационных и экономических показателей. Завышение ее вызывает снижение эксплуатационной надежности локомотивов и приводит к неудовлетворительному выполнению графика движения поездов. Всякое отклонение массы поезда от оптимального значения, установленного технико-экономическим расчетом, невыгодно. На железных дорогах нашей страны, которым свойственны огромные грузопотоки и большая дальность перевозок, в большинстве случаев наиболее целесообразной является наибольшая масса грузового поезда, который может быть надежно проведен локомотивом. Масса пассажирских поездов также определяется из условия максимального использования мощности локомотива и устанавливается МПС по целым направлениям в зависимости от категории поезда (скорый, пассажирский и т.д.).

В соответствии с нормативами ПТР массу состава и скорость движения поезда определяют исходя из условий полного использования мощности и тяговых качеств локомотива, а также кинетической энергии поезда. В необходимых случаях в целях повышения провозной способности линий, ликвидации перелома весовых норм поездов для обеспечения заданной массы состава и технической скорости предусматривают подталкивание, кратную тягу, применяют более мощные локомотивы, переносят остановки с раздельных пунктов, расположенных перед затяжными подъемами, и т. д.

Массу поезда определяют по расчетным характеристикам локомотивов (расчетной силе тяги) для наиболее трудного на участке подъема, который называют *расчетным или руководящим подъемом* и обозначают i_p . Поэтому расчету массы поезда предшествует анализ профиля пути участка.

Метод расчета массы поезда зависит от профиля пути. Различают два основных типа профиля пути. К первому из них относят участки с затяжными наиболее крутыми подъемами, длина которых достаточна для того, чтобы поезд достиг равномерной (равновесной) скорости, соответствующей сопротивлению движению на этом подъеме. Такой подъем принимается в качестве расчетного. При профиле пути второго типа в процессе движения поезда по подъему максимальной крутизны скорость его падает, однако не успевает достичь равномерной. В этом случае в качестве расчетного выбирают подъем меньшей крутизны, но большей протяженности.

Расчет массы (веса) состава по условиям безостановочного движения по расчетному подъему с равномерной скоростью. Этот расчет

выполняют по формуле $Q = \frac{F_{кр} - (w'_0 + i_p)P}{w'_0 + i_p}$, считая полученный резуль-

тат численно равным массе состава.

Значение расчетной силы тяги локомотива и основных удельных сопротивлений движению определяют для расчетной скорости локомотива, установленной ПТР. Выбор расчетной скорости локомотивов осуществляется следующим образом. Для электровозов расчетную скорость принимают по тяговой характеристике в точке пересечения ограничений силы тяги по сцеплению или максимальному току с одной из автоматических характеристик. Для тепловозов расчетную скорость принимают по условиям работы тяговых электродвигателей в длительном режиме.

Расчетные характеристики локомотивов основных серий для определения массы составов приведены в табл. 3 для грузовых электровозов и в табл. 4 для грузовых тепловозов. Основное удельное сопротивление вагонов в табл. 3 и 4 определено для состава из четы-

Таблица 3. Расчетные характеристики грузовых электровозов

Серия электровоза	Переда- точное число	Тип тягового двигателя	Режим работы	Сила тяги $F_{кр}$, кгс	Скорость v_p , км/ч	Удельное сопротивле- ние движе- нию, кгс/т		Конст- рукцион- ная ско- рость v_k , км/ч	Расчет- ный (цепной) вес P , тс	Сила тяги при трогании $F_{ктр}$, кгс	Ограничение силы тяги
						w'_o	w''_o				
ВЛ22 ^м	4,45	ДПЭ-400	П, ОП1	34 300	36,8	2,67	1,41	75	132	38 600	По току
ВЛ22 ^м	4,56	НБ-411	П	34 300	35,5	2,64	1,39	80	132	37 800	То же
ВЛ23	3,905	НБ-406	П, ОП1	34 900	43,3	2,89	1,53	100	138	45 500	По сцеплению
ВЛ8, ВЛ8 ^м	3,905	НБ-406	П, ОП1	46 500	43,3	2,89	1,53	80	184	60 700	То же
ВЛ10, ВЛ11	3,83	ТЛ2К1	П	46 000	46,7	3,02	1,59	100	184	62 600	"
ВЛ10у	3,83	ТЛ2К1	П	50 200	45,8	2,99	1,57	100	200	68 000	"
ВЛ60 ^{к,р}	3,826	НБ-412К	29пк	36 800	43,5	2,90	1,53	100	138	49 680	"
			25пк	37 600	37,0	2,68	1,42				
ВЛ80 ^к	4,19	НБ-418К	29пк	49 000	44,2	2,93	1,54	110	184	66 200	"
			25пк	50 000	38,0	2,71	1,43				
ВЛ80 ^г	4,19	НБ-418К	29пк	51 200	43,5	2,90	1,57	110	192	66 200	"
ВЛ80 ^с			25пк	52 170	37,5	2,69	1,42				
ВЛ80 ^р	4,19	НБ-418К	0,5 зоны 4	51 200	43,5	2,90	1,53	110	192	69 080	"
			зона 3	52 300	43,7,0	2,68	1,42				
ВЛ82 ^м	3,38	НБ-407Б	П	49 700	50,5	3,17	1,66	110	200	68 020	"
ВЛ11	3,83	ТЛ2К1	П	69 000	46,7	3,02	1,59	100	276	93 900	"
(3 секции)											
ВЛ80 (3 секции)	4,19	НБ-418К	29пк	76 800	43,4	2,90	1,56	110	285	96 000	По прочности автосцепки
ВЛ15	3,83	ТЛ3К	—	75 400	45,0	2,96	1,57	110	285	96 000	То же
ВЛ85	4,19	НБ-514, НБ-418К	—	72 000	50,0	3,15	1,66	110	288	96 000	"

Примечания. 1. Для электровозов ВЛ15 и ВЛ85 приведены значения силы тяги часового режима.

2. Приняты условные обозначения режима работы: П — параллельное соединение тяговых двигателей; ОП1 — первая ступень ослабления возбуждения; 29пк и 25пк — позиции контроллера машиниста; зона 4, зона 3 — зоны регулирования преобразовательной установки.

Таблица 4. Расчетные характеристики грузовых тепловозов

Серия тепловоза	Конструкционная скорость v_k , км/ч	Сцепной вес $P_{сц}$, тс	Расчетный вес P , тс	Передаточное число	Тип электродвигателя	Расчетная скорость v_p , км/ч	Расчетная сила тяги $F_{кр}$, кгс	Удельное сопротивление движению, кгс/т		Сила тяги при трогании, кгс	Ограничение силы тяги
								w'_n	w''_0		
ТЭ3	100	250	254	4,41	ЭДТ-200Б	20,5	40 400	2,23	1,19	58 200	По пусковому току
3ТЭ3	100	375	381	4,41	ЭДТ-200Б	20,5	60 600	2,23	1,19	87 300	То же
М62	100	119	120	4,53	ЭД-107	20,0	20 000	2,22	1,18	35 700	По сцеплению
2М62	100	238	240	4,53	ЭД-107А	20,0	40 000	2,22	1,18	71 400	То же
2ТЭ10Л	100	255	260	4,41	ЭД-107А	23,4	50 600	2,30	1,22	76 500	"
2ТЭ10В, 2ТЭ10М	100	271	276	4,41	ЭД-118А	23,4	50 600	2,30	1,22	81 300	"
3ТЭ10М	100	406	414	4,41	ЭД-118А	23,4	75 900	2,30	1,22	96 000	По прочности автосцепки
4ТЭ10С	100	540	552	4,41	ЭД-118А	23,4	101 200	2,30	1,22	96 000	То же
2ТЭ116	100	271	276	4,41	ЭД-118А	24,2	50 600	2,32	1,23	81 300	По сцеплению
2ТЭ121	100	294	300	4,32	ЭД-126	26,9	60 000	2,39	1,27	84 600	То же
ЧМЭ3	95	121	123	5,07	ТЭ-006	11,4	23 000	2,05	1,10	36 300	"
ТЭМ2	100	118	120	4,53	ЭД-107	11,0	21 000	2,05	1,10	35 400	"
ТЭМ7	100	166	168	—	ЭД-120А	10,3	35 000	2,03	1,09	50 400	"

режосных груженных вагонов с массой, приходящейся на ось 17,5 т. Принято, что половина вагонов в составе оборудована роликовыми подшипниками.

Результаты расчета веса состава по условиям безостановочного движения по расчетному подъему с равномерной скоростью в зависимости от расчетного подъема для локомотивов некоторых серий приведены на рис. 11. Расчет проведен по данным табл. 3 и 4.

Расчетные значения силы тяги и скорости тепловозов установлены при стандартных атмосферных условиях, за которые приняты температура наружного воздуха 20 °С, атмосферное давление, равно 1013 ГПа, или 760 мм рт. ст. Поскольку при атмосферных условиях, отличающихся от стандартных, изменяется мощность дизеля тепловоза, расчетные значения силы тяги корректируют, вводя коэффициенты, значения которых приводятся в Правилах тяговых расчетов. Например, при повышении температуры наружного воздуха до 40 °С предусматривается снижение расчетного значения силы тяги для тепловозов с дизелями 10Д100 (2ТЭ10М, 2ТЭ10В, 3ТЭ10М), 11Д45 (ТЭП60, 2ТЭП60) на 10 %, с дизелями 2П100 (ТЭ3, ТЭ7) и 2А-5Д49 (ТЭП70) на 9 %, 14Д40 (М62, 2М62) на 11 %. Аналогично понижается расчетное значение силы тяги при падении атмосферного давления.

Для тепловозов введено понятие расчетной массы (см. табл. 4), поскольку при работе их на удлиненных участках обращения допускается расходование до 90 % запасов дизельного топлива и песка. У тепловозов 2ТЭ10Л и 2ТЭ10В это означает уменьшение сцепного веса на 13,4 тс, а у тепловоза 2ТЭ116 – на 14,5 тс. Если не учитывать этого при определении нормы массы поезда, может возникнуть боксование, особенно на участках, где имеется ограничение по сцеплению. Поэтому

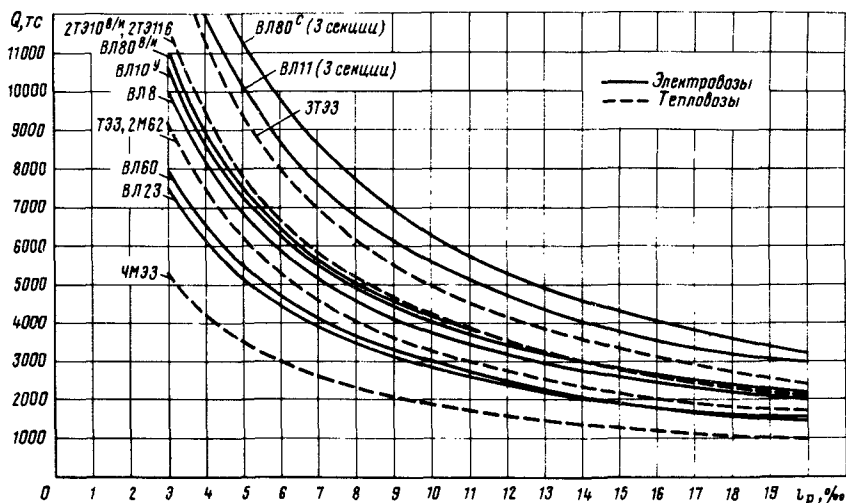


Рис. 11. Зависимость веса состава грузового поезда от расчетного подъема для некоторых серий локомотивов

и вводится понятие расчетной массы тепловоза, соответствующей трети полного запаса дизельного топлива и песка.

Расчет массы состава с использованием кинетической энергии поезда. Рассмотренный метод определения массы поезда относится к случаю движения его по руководящему подъему с равномерной скоростью. Если же характер профиля пути, расположение остановочных пунктов и допускаемые по состоянию пути скорости движения на участке не позволяют надежно определить значение расчетного подъема, расчет массы поезда ведут с учетом его кинетической энергии исходя из того, что поезд движется по подъему с понижающейся скоростью и, теряя при этом кинетическую энергию, совершает дополнительную работу сверх той, на которую затрачивается сила тяги локомотива.

Для таких участков массу состава рассчитывают методом подбора. Для этого задаются расчетным подъемом, меньшим, чем самый крутой на участке; определяют по нему массу состава исходя из условий безостановочного движения по расчетному подъему с равномерной скоростью для локомотива данной серии и рассчитывают удельные ускоряющие силы поезда. Полученную массу состава проверяют на прохождение поездом участков профиля пути с подъемами большей крутизны, чем расчетный, учитывая при этом использование кинетической энергии поезда. Проверка проводится графическим или аналитическим способом.

При графическом способе проверки, используя диаграммы ускоряющих сил поезда (см. рис. 9, 10), определяют скорость движения для всех перегонов, на которых крутизна подъемов по спрямленному профилю превышает крутизну подъема, принятую для расчета массы состава. Построение зависимости скорости от пути начинают с элемента профиля, на котором скорость движения поезда может быть заранее известна, например от раздельного пункта, где была остановка; подъема, где движение осуществляется с равновесной скоростью; от пункта, где имеется ограничение скорости, и т.д.

Аналитическую проверку выполняют по формуле:

$$s \leq \frac{4,17(v_n^2 - v_k^2)}{f_k - w_k},$$

где s — длина проверяемого участка профиля с подъемом большей крутизны, чем у расчетного подъема, м; v_n, v_k — скорость движения поезда соответственно в начале и конце проверяемого подъема, км/ч; $f_k - w_k$ — средняя ускоряющая сила, действующая на поезд в пределах интервала скорости от v_n до v_k , кгс/т.

Для обеспечения необходимой точности аналитического расчета интервалы изменения скорости следует брать в пределах 10 км/ч. Тогда длина проверяемого участка профиля пути представляет собой сумму путей, проходимых поездом в каждом интервале скорости.

При проверке любым способом можно считать, что масса состава определена правильно, если скорость движения поезда в конце прове-

ряемого подъема получилась равной или несколько большей расчетной для локомотива данной серии.

В отдельных случаях в зависимости от местных условий эксплуатируемых железных дорог разрешается скорость выхода со скоростных подъёмов¹ принимать ниже расчетной, а именно:

для электровозов постоянного тока и двойного питания (ВЛ82, ВЛ82М) — по значению скорости при полном возбуждении на последовательно-параллельном соединении тяговых двигателей;

для электровозов переменного тока — по значению скорости при нормальном возбуждении на 12-й позиции у электровозов ВЛ60к, ВЛ60р, ВЛ80к, ВЛ80г, ВЛ80с и 0,5 зоны 3 у электровоза ВЛ80р;

для тепловозов ТЭЗ, М62 и 2М62 — 16 км/ч, тепловозов 2ТЭ10Л, 2ТЭ10В, 2ТЭ10М, 3ТЭ10М и 2ТЭ116 — 20 км/ч, при выходе на ограничение по сцеплению с переходом на режимы, соответствующие промежуточным позициям контроллера машиниста.

Во всех случаях протяженность пути, проходимого со скоростью, меньшей расчетной, не должна превышать 500 м. Отступление от этого норматива может быть допущено МПС при наличии резервов пропускной способности участка и соблюдении установленных норм по нагреву тяговых электрических машин.

Проверка массы состава при трогании с места. При составлении графика движения и в практической деятельности железных дорог остановка поездов может предусматриваться на линейных станциях и разъездах для скрещения на однопутных линиях и обгона на двухпутных. Нередко указанные пункты расположены на подъемах до 2,5 ‰, и при трогании с места состава локомотиву приходится преодолевать не только основное сопротивление движению, которое значительно больше, чем при движении с равномерной скоростью, но и дополнительное. Отметим, что и сила тяги при трогании с места $F_{к\text{тр}}$ значительно выше, чем при движении с расчетной скоростью. Избыточная сила тяги расходуется на преодоление повышенного сопротивления движению при трогании с места и на ускорение поезда. Возможны случаи, когда при остановках поезда в пути на крутых подъемах трогание с места затруднено, а иногда становится и невозможным. В таких случаях требуется использовать дополнительный локомотив или выводить состав по частям. Массу состава по условиям трогания на остановочных пунктах, считая ее численно равной весу, проверяют пользуясь формулой

$$Q_{\text{тр}} = \frac{F_{к\text{тр}}}{w_{\text{тр}} + i_{\text{тр}}} - P,$$

где $F_{к\text{тр}}$ — сила тяги при трогании; $w_{\text{тр}}$ — удельное сопротивление состава при трогании с места на площадке; $i_{\text{тр}}$ — крутизна уклона, на котором производится трогание состава; P — вес локомотива.

¹ Скоростным называют подъем, где скорость движения поезда не снижается до равномерной (равновесной).

Масса состава, рассчитанная по этой формуле, должна быть больше массы, рассчитанной по условиям безостановочного движения по расчетному подъему с равномерной скоростью с учетом использования кинетической энергии поезда. Значения расчетной силы тяги при трогании и расчетного веса локомотивов приведены в табл. 3 и 4.

Отметим некоторые особенности определения силы тяги при кратной тяге и подталкивании. Силу тяги принимают равной 100 % расчетной, включая случаи расположения подталкивающего локомотива в хвосте поезда. Если тяга осуществляется локомотивами разных серий, то расчетная скорость принимается по тому локомотиву, у которого она больше.

Для предотвращения разрыва поездов наибольшую суммарную силу тяги локомотивов, находящихся в голове поезда, при трогании поезда с места находят исходя из максимального допустимого продольного усилия на автосцепке первого вагона при трогании: оно равно 95 тс. Наибольшую суммарную силу тяги при разгоне и движении по труднейшему подъему определяют исходя из максимального допустимого продольного усилия на автосцепке 130 тс. Для локомотивов, работающих по системе многих единиц, указанное ограничение силы тяги принимают как предельное исходя из условий прочности эксплуатируемого подвижного состава.

Чтобы не произошло выжимания вагонов, продольные силы, возникающие при подталкивании или электрическом торможении локомотивами, находящимися в голове поезда, не должны превосходить максимальных допустимых значений. Эти силы зависят от типа и степени загрузки вагонов, находящихся в поезде, с учетом сопротивления движению локомотивов. При нагрузке от оси колесной пары на рельсы наименее нагруженного вагона 12 тс и менее для четырехосных вагонов допустимая продольная сила составляет 50 тс, а для шести- и восьмиосных вагонов – 100 тс. Если же нагрузка от оси колесной пары на рельсы превышает 12 тс, то допустимая продольная сила для четырехосных вагонов равна 100 тс, а для шести- и восьмиосных – 250 тс.

Проверка массы поезда по длине приемо-отправочных путей. Для того чтобы обеспечить возможность скрещения и обгона поездов, массу поезда необходимо проверить на возможность пропуска его по приемо-отправочным путям станций исходя из их длины. Длина поезда должна быть менее полезной длины приемо-отправочных путей на участках обращения данного поезда с учетом десятиметрового допуска на установку поезда. Для того чтобы определить длину поезда, суммируют длину вагонов (по осям автосцепок), из которых сформирован состав, и длину локомотивов. Длина подвижного состава для определения длины поезда проводится в ПТР.

Проверка массы поезда по нагреванию электрических машин. Рассчитанную по руководящему (из условия безостановочного движения с равномерной скоростью) или скоростному (с использованием кинетической энергии) подъему массу поезда после проверки на трогание с места и установку в пределах длины приемо-отправочных

путей станции участка проверяют по нагреванию обмоток электрических машин.

В электрических машинах при работе возникают потери энергии, приводящие к нагреву их обмоток. Температура нагрева может достигать недопустимых значений, что требует ограничивать силу тяги и мощность тягового подвижного состава. Все это определяет необходимость ограничения по нагреванию электрических машин.

Как известно, температура нагрева электрических машин зависит от потерь мощности, которые определяются тяговой нагрузкой, продолжительностью нагрева и интенсивностью охлаждения. Чем больше ток, протекающий в обмотках тягового двигателя, и время его протекания, тем сильнее нагревается двигатель. Чрезмерный нагрев ускоряет процесс старения изоляции, т.е. потерю изоляционных свойств. Ограничение температуры нагрева обмоток электрических машин устанавливают исходя из ее максимального допустимого значения для применяемых изоляционных материалов. Это ограничение необходимо учитывать при выборе режима ведения поезда.

Так как нет приборов, контролирующих температуру обмоток электрических машин, локомотивные бригады обычно пользуются токовыми таблицами, в которых указана возможная продолжительность работы при определенных токах и нормально действующей вентиляции без повреждения изоляции. Таблицы могут быть построены по кривым нагревания и охлаждения обмоток электрических машин, получаемых при испытаниях на стенде.

С целью проверки массы поезда по нагреванию обмоток электрических машин определяют превышение температуры (перегрев) лимитирующих обмоток над температурой наружного воздуха. Для электроподвижного состава расчет проводят как при номинальном напряжении на токоприемнике, так и при отличающемся от номинального на тех участках, где это наблюдается. При кратной тяге проверяют нагревание обмоток электрических машин наиболее нагруженного локомотива.

Наибольшее допускаемое превышение температуры обмоток зависит от класса изоляции и при максимальной температуре окружающего воздуха менее 40 °С составляет для классов изоляции В, F и H соответственно 120, 140 и 160 °С для якорных обмоток и 130, 155 и 180 °С для полюсных. Для электровозов ВЛ22^м, ВЛ23, ВЛ8, ВЛ60 и ВЛ80 всех индексов, ЧС2, ЧС2^т, ЧС3 и тепловозов ЧМЭЗ, ТЭМ2, ТЭЗ, М62, 2М62, ТЭ7, ТЭ10, 2ТЭ10Л, ТЭП60, 2ТЭП60 расчет ведется по якорной обмотке с изоляцией класса В. Для тепловозов 2ТЭ10В, 3ТЭ10М, 2ТЭ116 расчет ведут по якорной обмотке с изоляцией класса F, а для электровозов ЧС4, ЧС4^т и тепловозов ТЭП70 – с изоляцией класса Н. По обмотке полюсов с изоляцией класса В ведут расчет для электровозов ВЛ10, ВЛ10у, ВЛ11, а с изоляцией класса F – для электровозов ВЛ82 и ВЛ82^м. Максимальную (расчетную) температуру наружного воздуха принимают для каждого района по данным метеорологических станций как

среднюю многолетнюю не менее чем за пять лет. Если она превышает 40 °С, то допускаемые превышения температур уменьшают на столько же градусов.

Расчетную температуру определяют отдельно для летнего периода по замерам в июне, июле и августе, но не ниже 15 °С и для зимнего периода по замерам в декабре, январе и феврале, но не ниже 0 °С.

Не менее важно определение токовых нагрузок проверяемых электрических машин. Для электровозов переменного тока и тепловозов токи тяговых двигателей и генератора определяют на основании кривой изменения скорости по перегону и токовой характеристики (зависимости тока от скорости движения), приводимой в ПТР.

Для электроподвижного состава постоянного тока, на котором имеют место перегруппировки тяговых двигателей, кроме того, следует учитывать позицию регулирования как в тяговом, так и в рекуперативном режимах.

Расчеты на нагревание обмоток путем определения превышения их температуры выполняются аналитическим или графическим методом. При аналитическом методе пользуются формулой, которая позволяет определить превышение температуры обмоток τ над температурой наружного воздуха через интервал времени Δt :

$$\tau = \tau_{\infty} \frac{\Delta t}{T} + \tau_0 (1 - \frac{\Delta t}{T}),$$

где τ_{∞} — установившееся превышение температуры обмоток тяговых электрических машин над температурой охлаждающего воздуха, °С; T — тепловая постоянная времени в уравнении нагревания, мин; Δt — интервал времени, мин; τ_0 — начальное превышение температуры обмоток тяговых электрических машин для расчетного промежутка времени, °С.

Температуру электрических машин при езде на выбеге (без тока) рассчитывают как $\tau = \tau_0 (1 - \Delta t/T)$.

Для того чтобы обеспечить необходимую точность расчетов, интервалы времени Δt необходимо выбирать из условия $\Delta t/T \leq 0,1$. Значения тепловых параметров τ_{∞} и T в зависимости от тока приведены в ПТР.

Графическое определение превышения температуры обмоток электрических машин производится по методу А. И. Матвиенко путем построения кривой, выражающей изменение превышения температуры обмоток электрических машин в зависимости от пройденного пути. Для построения кривой используют графическую зависимость скорости движения от пути $v(s)$, тепловые характеристики электрических машин, приведенные в ПТР, и диаграммы тепловых коэффициентов, представляющих собой зависимость $\frac{\nu T}{60}$ (τ_{∞}). При графическом определении превышения температуры обмоток электрических машин над

температурой окружающего воздуха значительно ускоряется расчет и обеспечивается наглядность его результатов.

Независимо от применяемого метода расчетом необходимо определить максимальное превышение температуры обмоток тяговых машин t_{\max} в летний и зимний периоды года. После сравнения полученных данных с предельным допустимым превышением температуры t_{\max} можно оценить возможность реализации массы поезда, ранее определенной из условий движения по руководящему или скоростному подъему.

Определение критической массы (критического веса) поезда. Помимо проверки массы поезда по нагреванию электрических машин, указанный метод расчета используют и с этой целью. Критической называют наибольшую массу поезда для заданного участка и времени года, рассчитанную при условии полного использования силы тяги по сцеплению и ограниченную предельно допустимым превышением температуры обмоток тяговых электрических машин локомотивов над температурой наружного воздуха. Необходимость определения критической массы поезда вызвана тем, что на ряде направлений железно-дорожной сети нормы массы унифицированы и установлены не по тяговым возможностям локомотива, включающим ограничения по сцеплению и нагреванию обмоток электрических машин, а по полезной длине станционных приемо-отправочных путей. Параллельно унифицированным могут действовать участковые более высокие нормы массы. Но во всех случаях должно быть соблюдено следующее условие: сила тяги локомотива не должна превышать расчетных значений, а другие параметры, включая температуру обмоток электрических машин локомотива, должны находиться в пределах, установленных Правилами тяговых расчетов и соответствующими инструкциями. Соблюдение этого условия необходимо проверять тяговыми расчетами и опытными поездками с динамометрическим вагоном. С этой же целью определяют значение критической массы поезда и устанавливают ее приказом начальника железной дороги. Только при этом могут быть созданы условия для обеспечения сохранности, работоспособности и надежности локомотивного парка. Каждая локомотивная бригада должна понимать, что повышенная нагрузка локомотивов из-за превышения нормативов, заложенных в график движения, может приводить к превышению расчетных значений тока, а следовательно, температуры нагревания обмоток тяговых электрических машин, к преждевременному старению и повреждению изоляции. При вождении поездов, масса которых превышает расчетную критическую, повышается износ и происходят повреждения (иногда аварийного характера) деталей экипажной части, дизелей, электрических машин и других узлов локомотивов.

Вождение поездов, масса которых превышает критическую, запрещено.

§9. РЕШЕНИЕ ТОРМОЗНЫХ ЗАДАЧ

Основные показатели процесса торможения. Торможением называют процесс, при котором с помощью тормозных сил снижается до определенного предела скорость движения поезда или обеспечивается полная его остановка. От начала торможения до остановки поезда проходит определенное время, в течение которого поезд продолжает движение и проходит определенный путь. Началом торможения считают момент установки рукоятки крана машиниста в тормозное положение, а путь, проходимый поездом до полной остановки, называют *тормозным путем*.

Процесс торможения поезда характеризуется следующими основными показателями: удельной тормозной силой b_d или тормозным коэффициентом ϑ , длиной тормозного пути s_d , скоростью поезда в начале v_n и в конце v_k торможения. В грузовых поездах тормозную силу пневматического тормоза локомотива и его массу принимают в расчет лишь в случае движения поезда на спусках 20 ‰ и более.

Установлены нормативы минимального тормозного расчетного коэффициента: 0,33 для груженых грузовых поездов, обращающихся со скоростью до 90 км/ч; 0,58 для порожних грузовых поездов со скоростью до 100 км/ч; 0,6, 0,78 и 0,8 для пассажирских поездов при скоростях соответственно 120, 120–140 и 140–180 км/ч. Расчетный тормозной коэффициент ϑ_p поезда принимают равным его полному значению, если определяют тормозные пути экстренного торможения, которые используются при установлении расстояний для ограждения мест производства работ и внезапно возникших препятствий. Если же учитывают применение полного служебного торможения, например, при расстановке постоянных сигналов, расчетный тормозной коэффициент считают равным 0,8 его полного значения. В случае остановки на станциях и отдельных пунктах ϑ_p принимают равным 0,5, а для пассажирских электро- и дизель-поездов – 0,6 его полного значения. При регулировочных торможениях, применяемых для поддержания заданной скорости движения, расчетный тормозной коэффициент выбирают в зависимости от ступени пневматического торможения: для пассажирских поездов 0,35; 0,6 и 0,85; для грузовых поездов на груженом и среднем режимах 0,3; 0,5 и 0,7, на порожнем 0,5; 0,65 и 0,8.

Полный тормозной путь представляет собой сумму двух составляющих: подготовительного тормозного пути s_n , зависящего от скорости поезда в момент начала торможения и времени подготовки тормозов к действию, и действительного s_d . Действительный тормозной путь пропорционален разности квадратов начальной и конечной скоростей в расчетном интервале и обратно пропорционален удельной замедляющей силе. Время подготовки тормозов к действию определяется временем распространения тормозной волны по магистрали, наполнения тормозных цилиндров и прижатия тормозных колодок. При определении времени подготовки автотормозов к действию условно

заменяют медленный реальный процесс нарастания давления воздуха в тормозном цилиндре мгновенным скачком до максимального расчетного значения. Предполагается, что в течение подготовительного времени тормоза не работают и поезд проходит предтормозной подготовительный путь. По истечении этого времени тормоза мгновенно срабатывают и поезд проходит остальную часть тормозного пути – действительный тормозной путь – при полной силе нажатия тормозных колодок. Такая замена фактического тормозного процесса условным правомерна при равенстве тормозных путей, проходимых поездом при реальном и условном наполнении тормозных цилиндров. С учетом этого Правила тяговых расчетов рекомендуют расчетные формулы для определения времени подготовки тормозов к действию в зависимости от рода поезда (грузовой, пассажирский, одиночно следующий локомотив), числа осей, уклона, расчетного тормозного коэффициента и расчетного коэффициента трения тормозных колодок.

Как видим, процесс торможения поезда определяется четырьмя указанными нормативами. Решение тормозных задач сводится к нахождению одного из них при известных трех других графическим либо аналитическим методом. Условно тормозные задачи делятся на две основные группы. В первой из них определяют допускаемую скорость движения при заданном тормозном пути, известных тормозных средствах и профиле пути, либо находят тормозной путь в зависимости от заданной максимальной (начальной) скорости движения, силы нажатия тормозных колодок и профиля пути. Ко второй группе относятся задачи по определению необходимой силы нажатия тормозных колодок при заданных максимальной допустимой скорости движения, длине тормозного пути и уклоне.

Определение тормозного пути. При аналитическом способе расчета подготовительный тормозной путь рассчитывают по формуле

$$s_{\Pi} = 0,278 v_0 t_{\Pi},$$

где t_{Π} – время подготовки тормозов к действию, с; v_0 – скорость поезда в момент начала торможения, км/ч.

В свою очередь время подготовки тормозов к действию в зависимости от длины и рода поезда определяют по формулам Правил тяговых расчетов. Это время зависит от удельного сопротивления движению на спрямленном уклоне и тормозной силы поезда.

Действительный тормозной путь вычисляют как сумму тормозных путей по интервалам скорости, в каждом из которых тормозная сила, удельное сопротивление движению и уклон приняты постоянными:

$$s_{\Pi} = \sum \frac{500(v_n^2 - v_k^2)}{\xi(b_T + w_{ox} + w_j)},$$

где v_n, v_k – начальная и конечная скорости поезда в расчетном интервале скоростей, км/ч; ξ – замедление поезда под действием удельной замедляющей силы, км/ч²; b_T – удельная

тормозная сила при средней скорости в каждом интервале, кгс/т; $w_{ох}$ — удельное основное сопротивление движению поезда при холостом ходе локомотива в расчетном интервале, кгс/т; w_i — удельное сопротивление от спрямленного в профиле и плане уклона, для которого производятся расчеты, кгс/т; при спуске значение сопротивления учитывалось со знаком минус.

Значение ζ принимают равным 120 км/ч² для грузовых и пассажирских поездов, 107 для одиночно следующих электровозов, 118 для пассажирских тепловозов, 112 для грузовых тепловозов, 119 для электропоездов и 116 км/ч² для дизель-поездов. Суммируя значения подготовительного и действительного пути, получают полный тормозной путь.

Указанным методом получают тормозной путь при экстренном торможении и используют его для определения расстояний до знаков ограждения мест препятствия движению поезда.

Для полного служебного торможения определяют тормозной путь аналогично. Найденное значение его используют при выборе расстояния между постоянными сигналами. В этом случае, рассчитывая удельную тормозную силу b_r , расчетный тормозной коэффициент φ_r принимают равным 0,8 расчетного значения.

Для автостопного торможения тормозной путь должен быть менее расстояния между постоянными сигналами. Длину тормозного пути в этом случае определяют, так же как при экстренном торможении. Разница состоит лишь в том, что при определении подготовительного тормозного пути время подготовки тормозов к действию увеличивают на 14 с.

Графический метод определения тормозного пути основан на графическом решении уравнения движения поезда и аналогичен графическому методу определения скорости и времени хода поезда по перегонам. В этом случае строится кривая удельных замедляющих сил в зависимости от скорости движения поезда (см. рис. 9 и 10). Путем несложных построений, пользуясь этой кривой и переместив начало координат на отрезок, соответствующий установленному в условии задачи уклону, по которому происходит движение поезда, строят кривую зависимости скорости движения от пройденного пути $v(s)$ (если поезд движется по площадке, то перемещать начало координат не требуется). По кривой падения скорости поезда вследствие действия тормозных сил можно определить длину действительного пути s_d для различных значений начальной v_n и конечной v_k скоростей движения.

Чтобы определить полный тормозной путь, следует к значению действительного тормозного пути s_d добавить подготовительный предтормозной путь s_p , который находят аналитически по формуле, рекомендованной Правилами тяговых расчетов.

Определение тормозных средств в поезде. В задачах такого рода задается начальная скорость торможения v_n , тормозной путь s_d и место торможения, определяемое крутизной уклона i ; искомой является

тормозная сила (расчетный тормозной коэффициент поезда ϑ_p). Эти задачи решают методом подбора или графической интерполяцией.

Задаются различными значениями ϑ_p , по которым рассчитывают удельные замедляющие силы поезда при экстренном торможении, и строят зависимости скорости от пройденного пути $v(s)$. К полученным значениям s_d добавляют рассчитанное значение s_n и строят кривую зависимости тормозного пути s_t от расчетного тормозного коэффициента ϑ_p . По полученной кривой может быть определено требуемое значение ϑ_p для обеспечения заданного тормозного пути при заданных начальной скорости и крутизне уклона. Зная значение ϑ_p , нажатие тормозной колодки, можно определить требуемое число тормозных осей в поезде. Аналогичным образом строится кривая $\vartheta_p(v_n)$, и по ней определяется расчетный тормозной коэффициент поезда при фиксированных значениях тормозного пути и уклона, по которому движется поезд.

Определение максимальных допустимых скоростей движения. Для обеспечения безопасности движения любой поезд должен быть остановлен в пределах расчетного тормозного пути. Однако по мере роста уклона это может быть достигнуто либо усилением тормозных средств, либо ограничением скорости движения. При заданных тормозных средствах и тормозном пути необходимо определить допустимую по тормозам скорость движения на уклонах различной крутизны.

С этой целью по данным диаграммы удельных замедляющих сил строят кривую зависимости их от скорости. Задаются несколькими произвольными значениями спусков, например 0, - 4, - 8, - 12 ‰. Для каждого из них по диаграмме удельных замедляющих сил, перенося начало координат в точки, соответствующие принятым спускам, строят кривые зависимости скорости от пройденного пути $v(s)$. Принимая линейной зависимость тормозного пути от начальной скорости, наносят на график $v(s)$ кривые зависимости $s_d(v_n)$ таким образом, чтобы они пересекли ось абсцисс в точках, соответствующих длине тормозного пути 1000 и 1200 м. Тогда точки пересечения кривых $v(s)$ и $s_d(v_n)$ будут определять допускаемые скорости для соответствующих спусков. После этого наносят соответствующие точки на планшет и, соединив их плавной кривой, получают зависимость $v_n(i)$ для тормозных путей 1000 и 1200 м. Используя построенный таким образом график, можно решать следующую задачу: определение наибольшей допускаемой скорости по тормозам для спуска любой крутизны.

Решение тормозных задач по номограмме. Решение тормозных задач можно значительно облегчить, если воспользоваться номограммами, приведенными на рис. 12 и 13. В Правилах тяговых расчетов приведены номограммы тормозных путей грузовых и пассажирских поездов при экстренном торможении в зависимости от расчетного нажатия тормозных колодок на 100 т массы состава.

Расчетные номограммы тормозных путей грузовых поездов построены для пневматических тормозов и чугунных тормозных колодок.

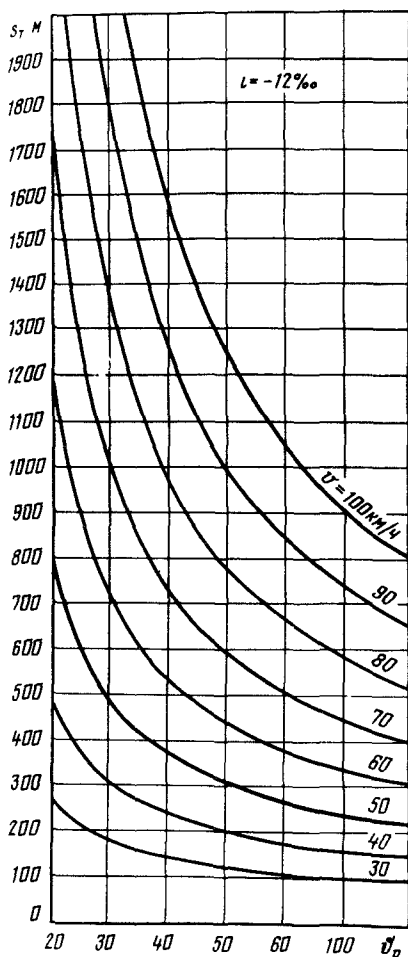


Рис. 12. Расчетная номограмма тормозного пути грузового поезда в зависимости от расчетного тормозного коэффициента и скорости в начале торможения на спуске $i = -12\text{‰}$.

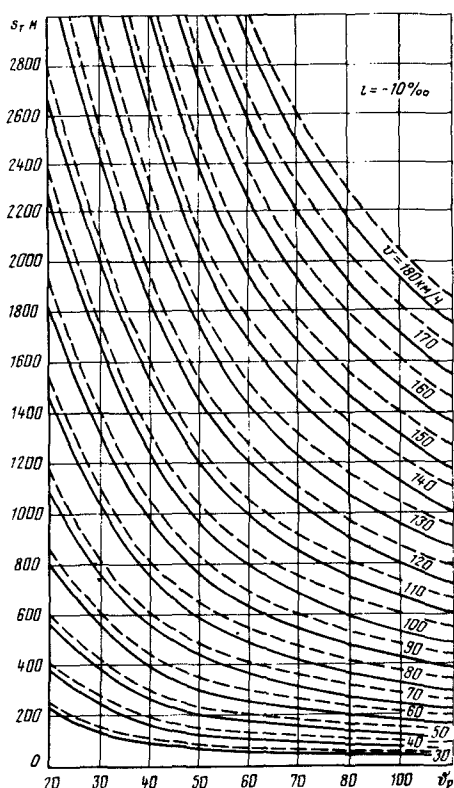


Рис. 13. Расчетная номограмма тормозного пути пассажирского поезда в зависимости от расчетного тормозного коэффициента и скорости в начале торможения на спуске $i = -10\text{‰}$ при чугунных колодках в случае электропневматического торможения (сплошные линии) и пневматического (штриховые)

Для пассажирских поездов даны расчетные диаграммы при электропневматическом и пневматическом торможениях для чугунных колодок или композиционных в пересчете на чугунные. С помощью номограмм на любом профиле пути можно определить: тормозной путь при заданных тормозных средствах, т. е. значении расчетного тормозного коэффициента, и скорость движения, допускаемую по тормозам, скорость движения в зависимости от тормозного пути и расчетного

тормозного коэффициента; реализуемый тормозной коэффициент поезда по измеренному тормозному пути, заданной скорости и уклону.

Тормозные расчеты методом численного интегрирования по интервалам времени. В практической деятельности железных дорог часто приходится иметь дело с переходными неустановившимися тормозными процессами, определять, например, тормозной путь при малой скорости, когда давление в тормозных цилиндрах до остановки поезда не успевает повыситься до расчетного значения; выполнять расчеты тормозного пути, времени торможения и изменения скорости при различных видах регулировочного торможения, включая ступенчатое с последовательным наложением одной ступени торможения или отпуска на другую. Подобного рода задача возникает при необходимости расчета тормозного пути с учетом расположения поезда и его торможения на различных элементах сложного профиля, включающего сочетание подъемов и спусков.

В подобных случаях обычные методы решения тормозных задач не обеспечивают необходимой точности, и для этой цели пользуются разработанным во ВНИИЖТе методом численного интегрирования уравнения движения поезда по интервалам времени, наиболее полно учитывающим происходящие в поезде тормозные процессы. При этом тормозные расчеты выполняют по интервалам времени при условии постоянства сил, действующих в каждом интервале.

При определении тормозной силы поезда учитывают повышение расчетного тормозного коэффициента пассажирских и грузовых поездов, а также локомотивов по мере наполнения тормозных цилиндров. Расчетный тормозной коэффициент и среднее расчетное давление в тормозных цилиндрах определяют в зависимости от длины состава и вида торможения – экстренного, полного, служебного, регулировочного. Расчетное давление принимают для пассажирских поездов при экстренном и полном служебном торможении $3,8 \text{ кгс/см}^2$, после первой ступени торможения $1,2 \text{ кгс/см}^2$, второй – $2,0 \text{ кгс/см}^2$, третьей – $3,0 \text{ кгс/см}^2$; для грузовых поездов при экстренном и полном служебном торможении – 40 кгс/см^2 , после первой ступени торможения – $1,0 \text{ кгс/см}^2$, второй – $1,6 \text{ кгс/см}^2$, третьей – $2,5 \text{ кгс/см}^2$. При этом давление в поездной тормозной магистрали снижается для пассажирских поездов после первой ступени на $0,4\text{--}0,5$, второй – на $0,6\text{--}0,7$, третьей – на $0,8\text{--}0,9 \text{ кгс/см}^2$, для грузовых поездов – после первой ступени на $0,5\text{--}0,6$, второй – на $0,7\text{--}0,8$, третьей – на $0,9\text{--}1,0 \text{ кгс/см}^2$. Расчетное давление в тормозных цилиндрах локомотивов при полных торможениях принято $4,0 \text{ кгс/см}^2$ для пассажирских и $3,8 \text{ кгс/см}^2$ для грузовых.

Состав группируют по типам вагонов и тормозных цилиндров, передаточному отношению тормозной рычажной передачи, выходу штока тормозных цилиндров и режиму торможения, на который включен воздушный распределитель (груженный, средний или порожний). Для каждой группы вагонов определяют действительное нажатие на

одну тормозную колодку и пересчитывают затем его в расчетное нажатие. Суммируя значение расчетных нажатий, определяют расчетный коэффициент нажатия тормозных колодок поезда ϑ_p . Для определения расчетного коэффициента трения чугунных или композиционных колодок используют зависимость $\varphi_{кр}(v)$ для колодок каждого типа в отдельности. Удельную замедляющую силу определяют, суммируя удельную тормозную силу, удельные силы основных сопротивлений поезда и локомотива и удельную силу сопротивления от спрямленного уклона. Интервалы времени обычно принимают равными 3 с, а после наполнения тормозных цилиндров, когда расчетный тормозной коэффициент достигает максимального значения, увеличивают до 5 с. В каждом интервале определяют изменение скорости и среднюю скорость, а по средней скорости – приращение тормозного пути. Суммируя приращения тормозного пути по всем интервалам, находят полный тормозной путь. Время торможения до остановки определяется суммой расчетных интервалов. Расчет тормозного пути при сложном переломном профиле (яма, горб) ведут с учетом переменного значения уклона, определяемого по отрезкам тормозного пути, которые поезд проходит в каждый интервал времени.

§ 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ И СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Определение скорости и времени хода поезда по перегону и участку со сложным профилем пути – важная задача тяговых расчетов. Решение этих задач путем интегрирования уравнения движения поезда возможно аналитическим, графическим и численным методами. При этом рассматривается движение поезда с неравномерной скоростью, в процессе разгона и торможения, использование кинетической энергии для преодоления крутых подъемов, определение скорости и времени хода поезда по перегонам и участку со сложным профилем пути.

Подготовка исходных данных. Любому методу расчета предшествует подготовка исходных данных, включая прежде всего информацию о подвижном составе в виде тяговых и тормозных характеристик, формул для подсчета сил сопротивления движению, используемых для удельных ускоряющих и замедляющих сил. Другим важным объемом информации являются данные о профиле и плане пути. Поскольку сила сопротивления движению меняется на каждом элементе профиля в соответствии с крутизной уклона, расчет скорости и времени движения поезда ведется для каждого элемента в отдельности. Чем больше элементов профиля включает в себя заданный участок пути, тем более громоздкими оказываются расчеты. Отсюда возникает стремление сократить число элементов профиля путем его спрямления.

Спрямлением профиля пути называют замену нескольких рядом

расположенных и близких по крутизне элементов одним, длина которого равна сумме длин заменяемых элементов, а крутизна — отношению разности высот крайних точек спрямляемого участка к его длине. Такая замена основывается на предположении равенства механической работы по перемещению поезда на спрямленном профиле и на всех элементах, входящих в спрямляемый участок. Однако это равенство может быть нарушено, если спрямляемые элементы значительно различаются. Поэтому разрешается спрямлять только близкие по значению уклона элементы профиля одного знака. Если между соседними элементами действительного профиля, имеющими большое протяжение, расположен короткий элемент (менее длины поезда), резко отличающийся по уклону, то его следует спрямлять с соседним элементом, более близким по уклону. Возможность спрямления проверяют для каждого элемента действительного профиля пути, входящего в спрямляемый участок, по формуле

$$s_i \leq 2000/\Delta_i,$$

где s_i — длина любого элемента действительного профиля пути, входящего в спрямленный элемент, м; Δ_i — абсолютная разность между фиктивным уклоном спрямленного элемента и действительным уклоном отдельного проверяемого элемента, ‰.

При наличии кривых в пределах спрямляемых участков их также заменяют условным подъемом, зависящим от длины и радиуса кривой. Этот условный подъем суммируют с условным подъемом, определяемым профилем пути.

Элементы профиля и плана пути, расположенные в пределах станций и остановочных пунктов, с элементами прилегающих перегонов не спрямляются. После подготовки исходной информации приступают непосредственно к расчету.

Аналитический метод расчета. Этот метод является достаточно точным, однако обладает большой трудоемкостью и поэтому используется, главным образом, для решения частных задач, таких, как проверка возможности преодоления подъема за счет использования кинетической энергии поезда, решения тормозных задач и др.

Расчет ведется в предположении, что поезд движется по элементарному участку пути при постоянной удельной ускоряющей силе с постоянным ускорением; скорость движения возрастает от v_1 в начале элемента до v_2 в его конце. Время движения по этому пути прямо пропорционально приращению скорости; зная ускорение поезда, определяемое удельной ускоряющей силой, можно найти и путь, проходимый за это время. Путь, проходимый поездом при равноускоренном движении под действием удельной ускоряющей силы, пропорционален разности квадратов скоростей в конце и начале расчетного интервала.

Подсчитывают приращение времени $\Delta t = \frac{60(v_2 - v_1)}{\xi(f_k \pm w_k - b_r)}$ и прираще-

ние пути $\Delta s = \frac{500(v_2^2 - v_1^2)}{\xi(f_K \pm w_K - b_T)}$ в пределах каждого интервала ско-

рости. Суммируя полученные значения, определяют пройденный поездом путь и время его движения по участку.

Графический метод расчета. Метод обладает достаточной точностью и в то же время менее трудоемок, чем аналитический. Он обеспечивает высокую наглядность и возможность выбора оптимального варианта решения. До создания на железных дорогах вычислительных центров и выполнения тяговых расчетов на ЭВМ графический метод расчета скорости и времени движения поезда был основным.

Как и аналитический, графический метод основан на принципе малых отклонений ускоряющих и замедляющих сил в пределах небольших интервалов скорости, а также на геометрической связи диаграммы ускоряющих и замедляющих сил с кривой, изображающей зависимость скорости поезда от пройденного пути. С помощью геометрических построений определяют в виде отрезков в определенном масштабе значение скорости, времени и пройденного пути и получают кривые скорости и времени в зависимости от пройденного пути.

Расчет начинается с нанесения в определенном масштабе на миллиметровую бумагу спрямленного профиля пути, на котором обозначены оси и границы отдельных пунктов и километровые отметки. Указывают максимальные допустимые скорости по состоянию пути, безопасности движения и конструкции локомотива.

Расчет и построение диаграммы удельных ускоряющих и замедляющих сил производят по методике, изложенной в § 4, с той лишь разницей, что в данном случае учитывают электрическое торможение, если оно применяется. Например, если при ведении поезда электровозом для регулирования скорости на спуске используется рекуперативное торможение, то диаграмма удельных ускоряющих и замедляющих сил дополняется кривыми замедляющих сил, построенными по тормозным характеристикам электровоза для различных тормозных позиций контроллера. Тормозные характеристики при рекуперативном и реостатном торможении приводятся в Правилах тяговых расчетов. В качестве примера приведены тормозные характеристики электровоза ВЛ11 при рекуперативном торможении (см. рис. 7) и электровоза ЧС4^т при реостатном торможении (см. рис. 8).

Существуют различные методы расчета скорости и времени движения поезда, однако наибольшее распространение получили методы МПС (метод Липеца) для построения кривой скорости $v(s)$ и Лебедева для кривой времени $t(s)$.

Построение кривой скорости (рис. 14) начинают с момента трогания поезда на станции, обычно расположенной на площадке. Задают первое приращение скорости Δv от $v_0 = 0$ до $v_1 = 10$ км/ч. На кривой удельных ускоряющих сил отмечают точку В, соответствующую сред-

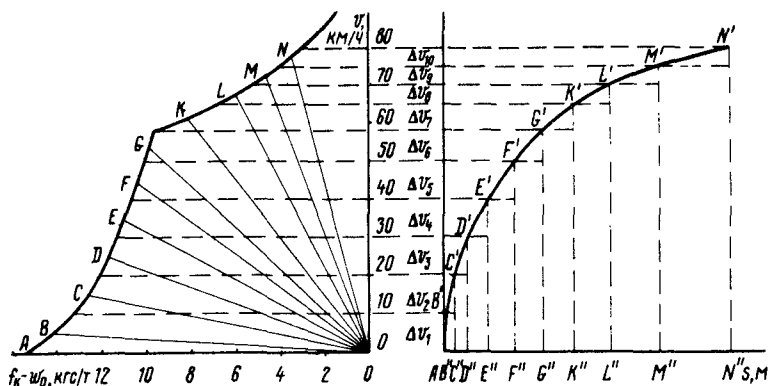


Рис. 14. Построение кривой скорости на площадке графическим методом

нему значению скорости 5 км/ч, с которой поезд будет следовать на первом отрезке пути. К началу координат O и к точке B на кривой ускоряющих сил прикладывают линейку, а к линейке в точке A начала построения прикладывают катетом прямоугольный треугольник. По другому катету треугольника проводят линию через точку A' до пересечения в точке B' с горизонталью, соответствующей границе интервала приращения скорости Δv_1 . Отрезок $A'B'$ образует первое звено кривой скорости. Дальнейшее построение выполняется аналогично. При этом линии, перпендикулярные лучам, соединяющим начало координат последовательно с точками C, D, E и др., соответствующими средним точкам принятых интервалов приращения скорости, должны проводиться до границ этих интервалов.

Таким же образом строят кривую скорости на уклонах. Отличие состоит в том, что линейку прикладывают не к началу координат кривой ускоряющих сил, а к точке, соответствующей значению уклона; тем самым удельную ускоряющую силу увеличивают или уменьшают на удельное сопротивление движению от уклона. Если поезд движется по подъему, то начало координат смещается влево от точки O , а если по спуску — вправо на значение уклона в тысячных.

При движении поезда в режиме тяги интервалы приращения скорости, в которых ускоряющие силы принимаются постоянными, не должны превышать 10 км/ч до выхода на автоматическую характеристику силы тяги. В режиме движения на выбеге интервалы скорости, в которых замедляющие силы считаются постоянными, также не должны превышать 10 км/ч. Что же касается режимов торможения, в которых замедляющие силы считаются постоянными, то в диапазоне скоростей от 0 до 50 км/ч интервалы скорости принимают не более 5 км/ч; если же скорость движения превышает 50 км/ч, то интервалы можно увеличить до 10 км/ч.

Построение кривых скорости $v(s)$ и времени $t(s)$ производится для двух вариантов движения: с остановками на всех отдельных пунк-

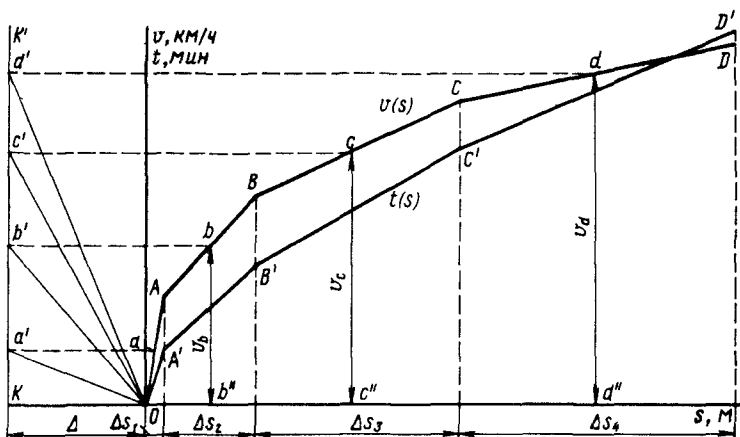


Рис. 15. Построение кривой времени графическим методом

тах, кроме проходных светофоров при автоблокировке, и без остановок.

Преодоление подъемов следует осуществлять, максимально используя кинетическую энергию, поэтому скорость поезда к началу подъема должна быть наибольшей, но не превышать конструкционную скорость подвижного состава, скорости, допускаемые по тормозам и состоянию пути, а также установленные действующими предупреждениями об ограничениях скорости. При наличии предупреждений кривую $v(s)$ следует строить, соблюдая установленную скорость проследования на всем участке действия ограничения с учетом длины поезда.

При построении кривой $v(s)$ следует учитывать проверки действия тормозов, как это предусмотрено инструкцией ЦТ-ЦВ-ВНИИЖТ/4440.

Необходимо также обеспечить установленную скорость проследования по парковым и приемо-отправочным путям станций, разъездов и обгонных пунктов от места отправления до выходной стрелки с учетом длины поезда.

Кривую времени $t(s)$ обычно строят на том же планшете, используя предварительно построенную кривую $v(s)$. У этих кривых общая ось пути, направление оси времени совпадает с осью скорости. Влево от точки O (рис. 15) откладывают отрезок Δ ; его выбирают таким, чтобы был удобным масштаб времени. Рекомендованные масштабы силы, скорости, пути, времени и постоянной Δ приводятся в ПТР. Через точку K проводят перпендикуляр.

Кривую скорости $v(s)$ условно разбивают на интервалы OA , AB , BC и т. д., границы которых определяют, как правило, точки перелома кривой $v(s)$. В пределах каждого интервала изменения скорости находят точку средней скорости (точки a , b , c и т. д.) и проецируют ее на перпендикуляр KK' , получая точки a' , b' , c' , d' и т. д. Полученные

проекции соединяют лучами с началом координат – точкой O . Положив линейку так, чтобы она совпала с лучом Oa' , к ней прикладывают катетом прямоугольный треугольник. Через точку O по другому катету проводят линию OA' , характеризующую время прохождения первого отрезка пути Δs_1 . Из точки A' проводят перпендикуляр к лучу Ob' ; он будет характеризовать время прохождения отрезка Δs_2 . Суммируя время прохождения отдельных отрезков, получают перегонное время хода, которое используют для построения графика движения поездов.

В практических расчетах при построении кривых скорости $v(s)$ и времени $t(s)$ не проводят лучи и перпендикуляры к ним, а определяют точки с кривых, прикладывая линейку и угольник.

В качестве примера на рис. 16 показан графический расчет скорости и времени движения поезда массой 3400 т, ведомого электровозом ВЛ8. Там же построена кривая превышения температур обмоток тяговых двигателей над температурой наружного воздуха.

Численный метод. Этот метод решения уравнения движения поезда и определения времени и скорости его движения основан на использовании ЭВМ; он получил наибольшее распространение. Каждую дорогу делят на расчетные участки, границами которых являются станции перелома массы поездов, смены локомотива или локомотивных бригад. Участок имеет свой шифр в виде трехзначного цифрового кода; в специальные формы заносят информацию об участке, составленную на основании данных о профиле пути, плане участков, технико-распорядительных актов станций, ведомости ординат светофоров, ведомостей допускаемых скоростей движения поездов на перегонах, раздельных пунктах, в кривых и предупреждений об ограничении скоростей движения по состоянию пути. Кроме того, в формы заносят данные о местах проверки действия тормозов в пути следования, а также о характеристиках тяговых подстанций, расположении и длине нейтральных вставок на электрифицированных участках. Вся информация хранится на внешних носителях памяти ЭВМ – магнитных дисках, магнитных лентах и др.

Информация о подвижном составе включает в себя данные о тяговых подвижных средствах: общую информацию, характеризующую вагонный парк, нормативы, определяющие порядок выполнения тяговых расчетов; данные о составех. Информация о тяговом подвижном составе, каждому типу которого присваивается свой номер, содержит сведения о тяговых, токовых, тепловых характеристиках и характеристиках удельной силы сопротивления в режиме тяги и выбега, данные о расчетной массе и сцепном весе локомотива, коэффициенте сцепления. Кроме того, для электроподвижного состава (ЭПС) в состав информации входят данные о номинальном напряжении на токоприемнике, электрическом сопротивлении тягового двигателя, тормозные характеристики при рекуперативном и реостатном торможении, а для ЭПС переменного тока – еще и коэффициент трансформа-

ции, сопротивление трансформатора на каждой позиции контроллера машиниста. Информация для тепловозов включает в себя характеристики расхода топлива в режимах тяги и выбега.

Общая информация о вагонном парке учитывает все виды вагонов, используемых на сети железных дорог. Она содержит характеристики основного удельного сопротивления движению и удельного сопротивления движению при трогании с места, а также характеристики расчетного коэффициента трения тормозной колодки любого типа о колесо.

Нормативный раздел информации о подвижном составе формируют на базе Правил тяговых расчетов, справочника по тяговым расчетам, Правил технической эксплуатации, инструкций по тормозам, сигнализации, движению поездов и маневровой работе, а также нормативов по тормозам. Он включает в себя значения коэффициентов, учитывающих увеличение основного сопротивления движению от ветра и низкой температуры наружного воздуха, нормативы регулируемого торможения, нормы времени подготовки тормозов к действию, нормативы, определяющие порядок проверки действия тормозов в пути следования, допускаемые превышения температуры обмоток тяговых электрических машин.

Данные о составах (библиотека составов) содержат информацию для составов различных типов. Составу каждого типа отводится определенный номер, и для него готовится информация о допускаемой скорости по состоянию состава, расчетном тормозном коэффициенте поезда, процентном содержании в составе вагонов различных видов с указанием массы, приходящейся на ось вагона, основном и дополнительном удельных сопротивлениях движению, типе тормозных колодок, применяемых в составе.

Информация о подвижном составе и локомотивах, так же как и относящаяся к участкам, хранится в запоминающем устройстве ЭВМ. Программа тяговых расчетов обеспечивает контроль всех видов используемой при этом информации. Расчет начинается с ввода задания по выбору нужной информации, хранящейся в запоминающем устройстве ЭВМ, и подготовки ее к расчету.

После этого выполняется расчет основной кривой скорости движения поезда $v(s)$ без учета остановок на отдельных пунктах. Отдельно рассчитывают вспомогательные кривые скорости для участков разгона и торможения, а также для участков с предупреждениями об ограничении скорости движения. Затем производится расчет времени хода, разгона и замедления, расхода электрической энергии или топлива, токовых нагрузок, превышения температуры обмоток электрических машин. Предусматривается как пошаговая выдача параметров на печать, так и выдача итоговых результатов по перегону.

Графоаналитический способ равномерных установившихся скоростей. Этот способ используют при некоторых предварительных расчетах, когда не требуется высокая точность; он основан на более грубых допущениях относительно характера движения поезда. Так,

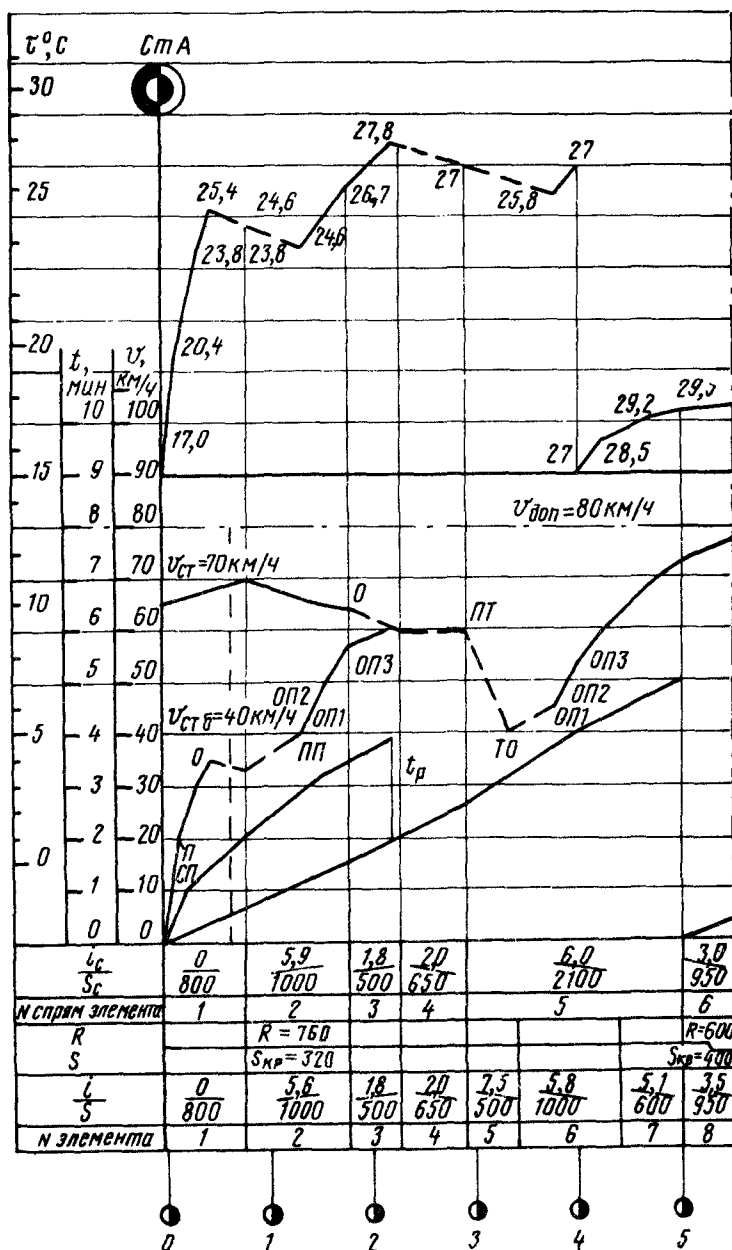
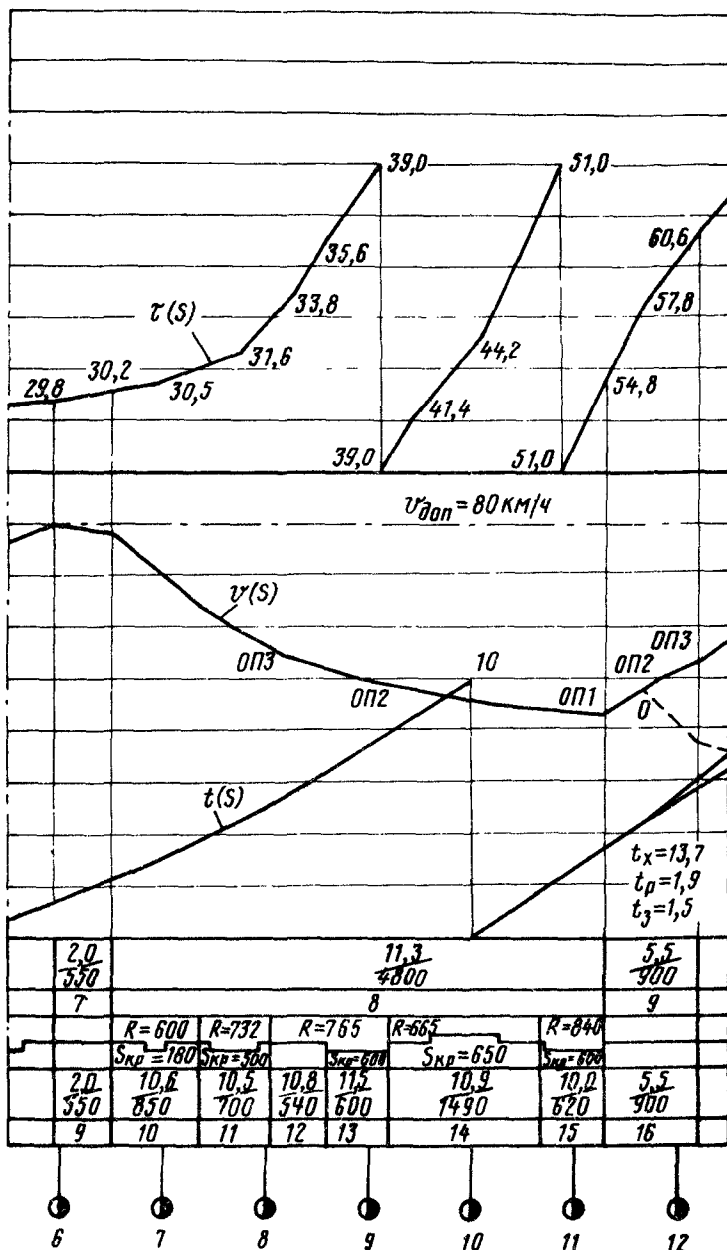


Рис. 16. Графический расчет скорости и времени движения поезда на участке А-С и преем



шения температуры обмоток тяговых двигателей над температурой наружного воздуха

Смотри продолжение рис. 16

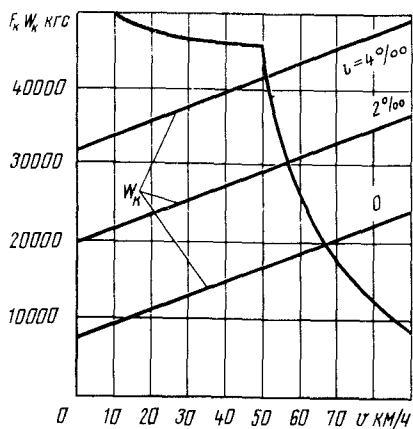


Рис. 17. Совмещение диаграмм $F_k(v)$ и $W_k(v)$ для определения равномерной скорости при различных значениях уклона

предполагается, что по отдельным элементам профиля поезд движется с равномерной скоростью, соответствующей его весу и крутизне уклона (независимо от длины уклона), и при переходе с одного элемента на другой скорость движения изменяется мгновенно. Равномерные скорости для каждого элемента пути могут быть определены по диаграмме удель-

ных ускоряющих и замедляющих сил (см. рис. 9 и 10). Значения равномерных скоростей можно определить и другим способом – совмещением тяговой характеристики локомотива $F_k(v)$ с зависимостями равнодействующей сил сопротивления движению от скорости движения $W(v)$ для различных уклонов пути, как это показано на рис. 17. Точки пересечения кривых, в которых сила тяги равна силе сопротивления движению, определяют значения искомых равномерных скоростей. Зная скорость движения и длину каждого элемента профиля, легко подсчитать время движения. Суммируя полученные результаты, определяют время хода по перегону и участку в целом. К полученным результатам добавляют время на разгон и замедление поезда.

Степень точности расчетов этим способом может быть различной и зависит, главным образом, от профиля пути. Более точные результаты получаются для равнинных участков, на которых невелика разница в крутизне соседних элементов профиля и длина этих элементов значительна.

§ 11. ЭНЕРГЕТИКА ТЯГИ ПОЕЗДОВ И РАСХОД ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Преобразование энергии движущегося поезда. Как указывалось в гл. 1, вождение поездов локомотивами связано с преобразованием энергии и выполнением локомотивом механической работы по перемещению поезда по рельсам. Преобразование энергии связано с ее потерями на различных уровнях в зависимости от конструкции тягового подвижного состава. Потери в преобразовательных установках свойственны ЭПС переменного тока и тепловозам с передачей переменного постоянного и переменного-переменного тока, Потери в пусковых резисторах – ЭПС постоянного тока. Всем современным локомотивам с

электроприводом присущи потери энергии в тяговых двигателях и тяговых передачах, а тепловозам, кроме того, – потери в дизеле и главном генераторе.

Основная часть топливно-энергетических ресурсов расходуется на выполнение механической работы по перемещению поезда. В тяговом режиме механическая работа затрачивается на преодоление сил сопротивления движению, изменение потенциальной и кинетической энергии. В тормозном режиме ранее накопленные кинетическая и потенциальная энергия движущегося поезда преобразуются в тепловую в процессе механического и реостатного торможения и в электрическую при рекуперативном торможении, и, кроме того, энергия расходуется на преодоление значительно меньшей силы сопротивления движению.

Потенциальная энергия поезда определяется профилем пути. При движении поезда по подъему она увеличивается, по спуску – уменьшается. Если поезд движется по подъему ускоренно или с постоянной скоростью, потенциальная энергия увеличивается только за счет механической работы локомотива, если же – замедленно, то еще и за счет уменьшения кинетической энергии. При движении по спуску возможен переход потенциальной энергии в кинетическую при ускоренном движении либо в тепловую при механическом и реостатном торможении и электрическую при рекуперативном.

Кинетическая энергия поезда пропорциональна квадрату скорости движения и его приведенной массе. На приобретение поездом требуемой кинетической энергии для поддержания заданной скорости и выполнения установленного графиком движения времени хода по перегону затрачивается значительная часть механической работы, выполняемой тяговым подвижным составом. Если поезд движется с ускорением на любых элементах профиля, его кинетическая энергия возрастает за счет механической работы, совершаемой локомотивом, а при движении по спуску – еще и за счет перехода потенциальной энергии в кинетическую. В том случае, когда поезд движется замедленно, его кинетическая энергия расходуется на преодоление сил сопротивления движению; при движении по подъему она частично может переходить в потенциальную энергию. При механическом и электрическом торможениях часть накопленной кинетической энергии гасится. На что же затрачивается электрическая энергия или топливо при движении поезда?

Механическая работа, совершаемая тяговым электроприводом локомотива на определенном участке пути, может быть представлена в виде суммы составляющих, затрачиваемых на следующее: изменение потенциальной энергии поезда; преодоление сил сопротивления от кривых; преодоление сил основного сопротивления движению поезда; восполнение механической энергии, потерянной при регулировочных торможениях на вредных спусках, а также при торможении поезда, для снижения скорости и остановки.

Анализ показывает, что составляющие механической работы, связанные с преодолением сил основного сопротивления поезда, а также восполнением потерь энергии при торможениях, зависят от скорости движения и времени хода по участку, а следовательно, режима ведения поезда.

Связь режима ведения поезда и расхода электроэнергии обусловлена зависимостью полезной механической работы от режима ведения поезда, а также зависимостью КПД электровоза от режима его работы, задаваемого контроллером машиниста, и скорости движения поезда. Для тепловозов связь режима ведения поезда и расхода топлива обусловлена, кроме того, зависимостью эффективной мощности дизеля и удельного эффективного расхода топлива от частоты вращения коленчатого вала, т.е. от положения рукоятки контроллера.

Расход электрической энергии и дизельного топлива на тягу поездов определяется, кроме механической работы по перемещению поезда, еще и потерями энергии при преобразовании ее из одного вида в другой.

Как видим, затраты топливно-энергетических ресурсов на механическую работу по перемещению поезда в значительной степени определяются режимом ведения поезда и управления локомотивом. Это во многом зависит от локомотивной бригады, которая играет важную роль в реализации рациональных режимов.

Рациональным называют режим, который в заданных эксплуатационных условиях и при строгом соблюдении всех требований эксплуатации обеспечивает наименьший расход электроэнергии или топлива.

Рассмотрим способы определения расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов.

Определение расхода и рекуперации электрической энергии.

Расход A электрической энергии электроподвижным составом, отнесенный к токоприемнику, включает в себя расход электроэнергии A_T , затраченной на движение с поездом или резервом по участку как при расчетной, так и при частичных характеристиках, на собственные нужды $A_{сн}$, отопление вагонов $A_{от}$, маневровую работу и движение по деповским путям A_M . Движение по перегону может сопровождаться также возвратом энергии в сеть при рекуперации. Расход электроэнергии на движение в режиме тяги для электровоза постоянного тока определяют на основе построенных ранее кривых скорости $v(s)$, времени $t(s)$ и диаграммы тока $I_3(s)$, потребляемого его тяговыми двигателями. Диаграмму тока разбивают по отдельным элементам пути, в пределах которых значения тока принимают постоянными и равными среднему $I_{3\text{ ср}}$. Для каждого такого элемента пути по кривой времени находят соответствующий интервал времени Δt (мин). Суммируя расход энергии по отдельным элементам, получают его значение как при номинальном, так и при пониженном напряжении для перегона в целом:

$$A_T = \frac{\sum U_3 I_{3\text{ ср}} \Delta t}{60 \cdot 1000},$$

где U_3 — напряжение на токоприемнике в интервале Δt .

Если при движении поезда используется рекуперативное торможение, то возвращенная в контактную сеть электроэнергия определяется аналогичным способом по токовым характеристикам тягового двигателя при рекуперативном торможении. При расчетах напряжение в контактной сети постоянного тока принимают равным 3000 В, переменного тока — 25 000 В. Возвращенная в контактную сеть при рекуперации электроэнергия вычитается из общего расхода электроэнергии на перемещение поезда.

Для электровозов переменного тока расчет расхода электроэнергии на перемещение поезда ведется по аналогичной формуле, но вместо среднего тока $I_{3\text{ ср}}$ вводится действующее значение активного тока, среднее за время Δt . Кроме того, значение фактического напряжения на токоприемнике умножается на k_U — коэффициент формы кривой напряжения. Зависимость коэффициента k_U от среднего значения напряжения за полупериод на токоприемнике приводится в ПТР; значение его меняется от 1,11 до 1,23. Если при расчете не требуется учитывать колебания напряжения на токоприемнике, то произведение U_{3k_U} принимают равным 25 000 В.

Расход электроэнергии на собственные нужды электровозов $A_{\text{сн}}$ (сюда входят питание вспомогательных машин, отопление и освещение) определяют исходя из средней потребляемой для этих целей электроэнергии и полного времени работы электровозов, за которое принимают суммарное время движения и стоянок под напряжением на участке.

Среднее значение электрической энергии, потребляемой вспомогательными машинами и цепями одного электровоза разных серий, составляет от 0,83 кВт·ч/мин для электровозов ВЛ22М, ЧСЗ до 5,83 кВт·ч/мин для электровозов ВЛ80Р.

Расход электроэнергии на отопление электровоза рассчитывают исходя из полного времени работы электровозов в отопительном сезоне и среднего значения расходуемой для этой цели электроэнергии на один электровоз, которое составляет 0,07–0,14 кВт·ч/мин.

Расход электроэнергии на отопление вагонов $A_{\text{от}}$ считают независимым от напряжения на токоприемнике. Его определяют исходя из среднего значения электроэнергии, потребляемой для отопления, составляющего 0,8 кВт·ч/мин для пассажирских вагонов и 0,4 кВт·ч/мин для почтово-багажных. Правилами тяговых расчетов установлены также нормы расхода электроэнергии для отопления вагонов электросекций. Отметим, что в группу расхода электроэнергии на отопление вагонов применительно к электросекциям включен также расход на вспомогательные машины и отопление.

Расход электроэнергии на маневровую работу и передвижение по депо-ским путям учитывают независимо от уровня напряжения на

токоприемнике по ориентировочным нормативам исходя из местных условий. При работе с вагонами на станциях расход энергии определяют, принимая затраты ее на 1 ч маневровой работы для электровозов постоянного тока равными 100 кВт·ч, переменного тока – 200 кВт·ч в сутки на каждый инвентарный грузовой электровоз постоянного тока, а также на электровоз ЧС4, ЧС4^Т и одну секцию С всех индексов, по 15–30 кВт·ч на грузовой электровоз переменного тока, электровоз двойного питания и электропоезда ЭР всех индексов.

Расход электроэнергии на движение электроподвижного состава по станционным путям определяют по числу электровозов и электропоездов, выдаваемых из депо в течение суток, и принимают следующие его значения: 10–15 кВт·ч на каждый электровоз ВЛ22^М, ВЛ23, ЧС3, трехвагонную секцию электропоездов всех индексов; 30–50 кВт·ч на электропоезд ЭР всех индексов; 20–30 кВт·ч на один электровоз ВЛ8, ЧС2, ЧС2^Т, ВЛ10, ВЛ10^У; 30–45 кВт·ч на электровоз ВЛ60 всех индексов, ЧС4, ЧС4^Т, ВЛ11 (две секции); 45–60 кВт·ч на электровоз ВЛ80 всех индексов и электровоз двойного питания.

Суммируя приведенные ранее составляющие, определяют общий расход электрической энергии электроподвижным составом на участке. Для того чтобы получить удельный расход электроэнергии, относят полученное значение к выполненной работе в тонно-километрах брутто, которая представляет собой произведение массы поезда, включая массу локомотива, на пробег.

Определение расхода топлива тепловозами. Полный расход топлива E тепловозом на перемещение поезда по участку определяют, суммируя расходы топлива $E_{\text{т}}$, затрачиваемого непосредственно на движение поезда и на стоянках, на перемещение тепловозов по станционным и деповским путям $E_{\text{м}}$.

Расход топлива непосредственно на движение поезда, в свою очередь, может быть представлен в виде суммы двух слагаемых – расхода топлива в тяговом режиме и на холостом ходу. Каждое из этих слагаемых определяют на основе расходных характеристик, представляющих собой зависимость расхода топлива от скорости движения тепловоза в режиме тяги и от частоты вращения вала дизеля в режиме холостого хода. Указанные характеристики приведены в ПТР.

Рассмотрим в качестве примера характеристики тепловозов 2ТЭ10Л, 2ТЭ10В, 2ТЭ10М, 3ТЭ10М (рис. 18 и 19). Расход топлива подсчитывают, используя ранее построенные кривые $\varphi(s)$ и $t(s)$. Кривую $\varphi(s)$ разбивают на ряд элементов, на которых скорость принимают постоянной и равной ее среднему значению. По расходной характеристике определяют расход топлива, соответствующий значению принятой средней скорости. Умножив его на время работы дизеля, в пределах которого скорость движения поезда принята постоянной, определяют расход топлива на данном элементе в тяговом режиме. Суммируя результаты подсчета по всем элементам участка, получают расход

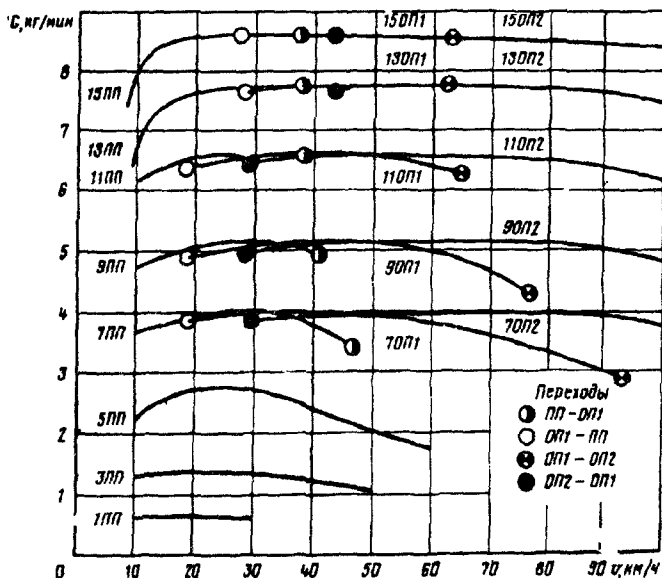


Рис. 18. Расход топлива в режиме тяги тепловозами 2ТЭ10Л, 2ТЭ10В, 2ТЭ10М и 3ТЭ10М (одной секцией)

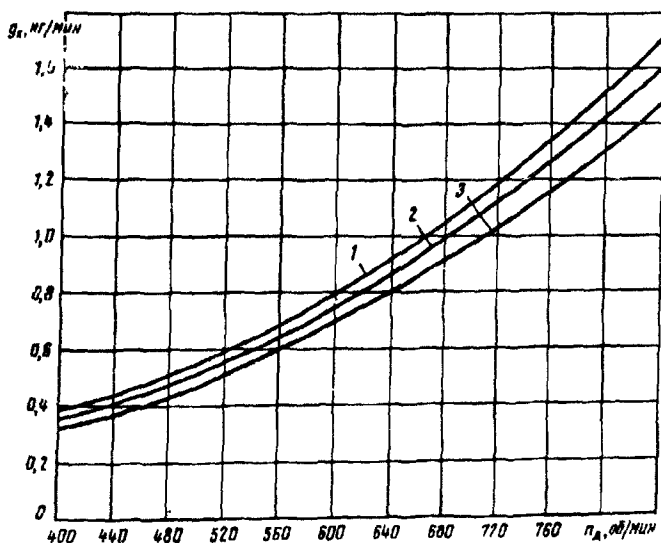


Рис. 19. Расход топлива на холостом ходу тепловозами 2ТЭ10Л, 2ТЭ10В, 2ТЭ10М, 3ТЭ10М (одной секцией):

1 — вентилятор выключен на вторую ступень; 2 — вентилятор включен на первую ступень; 3 — вентилятор выключен

топлива в тяговом режиме. Расход топлива на холостом ходу представляет собой произведение удельного расхода топлива на холостом ходу на время движения поезда в этом режиме.

Для определения расхода топлива тепловозами на стоянках пользуются также кривыми расхода его на холостом ходу в зависимости от частоты вращения вала дизеля. Если отсутствуют специальные распоряжения о режиме работы дизелей на стоянках, учитывающие специфику местных условий, расход топлива принимают по данным, рекомендованным ПТР для тепловозов различных серий. Для определения расхода топлива одиночными тепловозами в режиме тяги при движении их по станционным и деповским путям удельный расход топлива умножают на время этого движения. Удельный расход топлива на один дизель при движении на 1-й ездовой позиции контроллера машиниста и скорости движения 10–15 км/ч принимают равным: 0,5 кг/мин для тепловозов ТЭ10, 2ТЭ10 всех индексов и 3ТЭ10М; 0,6 кг/мин для тепловозов ТЭЗ, ТЭ7; 1,0 кг/мин для тепловозов ТЭП60, ТЭП70, 2ТЭ116 и 0,3 кг/мин для тепловозов и дизель-поездов остальных серий.

Суммируя расходы топлива на перемещение поезда, на стоянке и в процессе перемещения тепловоза по станционным и деповским путям, получают общий расход за поездку. Если отнести его к выполненной перевозочной работе, представляющей собой произведение массы поезда на длину участка, получим удельный расход топлива в килограммах на 10^4 т·км. Для того чтобы привести удельный расход к условному топливу, его надо умножить на эквивалент дизельного топлива, равный 1,45, который представляет собой отношение теплоты сгорания дизельного топлива к теплоте сгорания условного топлива.

Практически нормы расхода топливно-энергетических ресурсов устанавливают для локомотивных бригад в соответствии с утвержденной МПС Инструкцией по техническому нормированию расхода электрической энергии и топлива тепловозами на тягу поездов. Нормирование основывается на данных тягово-энергетических паспортов локомотивов, а также формулах и положениях тяговых расчетов. Нормы расхода топлива и электроэнергии устанавливаются для тягового подвижного состава каждой серии, обращающегося на нормируемом участке, в зависимости от профиля пути, планируемых нормативов и способов использования подвижного состава, рода поездов и вагонов, а также метеорологических условий в нормируемый период.

Технические нормы расхода топлива локомотивом устанавливают для локомотивных бригад ежемесячно на 10^4 т·км брутто для тепловозов в килограммах натурального топлива, а для электроподвижного состава в киловатт-часах.

Устанавливаются технические нормы расхода топлива и электроэнергии на следующие виды работы тягового подвижного состава:

на 10^4 т·км брутто при следовании во главе поезда, кратной тягой и при подталкивании; масса локомотива в расчет выполненной работы

не включается; для моторвагонной тяги работу определяют по расчетной массе поезда;

на 100 локомотиво-км для одиночно следующих локомотивов или при возвращении толкачей;

на 1 ч маневровой работы;

на 1 ч простоя в депо или на станционных путях в ожидании работы.

Нормы расхода топлива и электроэнергии устанавливают для каждого участка обращения локомотивов по видам поездов, предусмотренных графиком движения (транзитные, местные, груженные, порожние, пассажирские, скорые и т.д.). Для маневровых локомотивов нормы устанавливают по станциям и паркам станций с учетом специфики их работы.

В норму расхода топлива и электроэнергии на поездную работу включаются все затраты, связанные с передвижением состава, локомотива и его обслуживанием в процессе работы с поездом; она представляет собой сумму расходов топливно-энергетических ресурсов на работу по перемещению поезда, восполнение потерь кинетической энергии поезда, связанных с остановками, и затрат на разгон состава, а также на работу дизеля и вспомогательных машин локомотива на холостом ходу.

Расчет ведется по исходным значениям расхода электроэнергии и топлива, определяемым по энергетическим паспортам локомотивов для движения состава из четырехосных вагонов на площадке и скорректированным путем введения в расчетную формулу различных коэффициентов, учитывающих конкретные условия работы. К ним относятся коэффициенты, учитывающие следующее: изменение основного сопротивления движению состава из-за наличия в нем порожних вагонов; изменение массы, приходящейся на ось груженого вагона; дополнительное сопротивление движению от профиля пути; температуру наружного воздуха в нормируемом периоде; удельный вес времени холостого хода по отношению к общему времени хода; затраты электроэнергии и топлива на восполнение кинетической энергии, потерянной при торможении; потери в пусковых резисторах электроподвижного состава постоянного тока и др.

Аналогично подсчитывается норма расхода топлива и электроэнергии на вспомогательные виды работы локомотива (одиночное следование).

Норму расхода топлива и электроэнергии на маневровую работу устанавливают опытным путем с учетом выполнения заданий по переработке вагонов.

Потребление топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов – важный показатель деятельности железнодорожного транспорта в целом и каждой локомотивной бригады в отдельности. Железные дороги являются одним из крупнейших потребителей электроэнергии и топлива в стране, поэтому очень важно правильно нормировать и экономно расходовать топливно-энергетические ресурсы. Как из-

вестно, расход их на тягу поездов может значительно изменяться в зависимости от различных факторов. Для того чтобы можно было сравнивать результаты расхода, обычно пользуются удельными нормами и удельными расходами, которые представляют собой отношение нормируемого или фактического расхода к перевозочной работе, измеряемой в тонно-километрах брутто.

Практически нормы расхода топливно-энергетических ресурсов для локомотивных бригад разрабатываются в локомотивных депо инженером-теплотехником либо машинистом-инструктором по теплотехнике в соответствии с Инструкцией по нормированию расхода электрической энергии и топлива тепловозами на тягу поездов [23]. Определенная в зависимости от массы поезда и его средней скорости норма расхода топлива и электроэнергии на 10 т·км брутто при следовании поезда по горизонтальному пути корректируется в зависимости от нагрузки на ось вагонов, средней температуры воздуха нормируемого периода, влияния сложности профиля пути, числа остановок поезда и расходов на служебные нужды путем введения поправочных коэффициентов.

Определенная таким образом норма расхода может также подвергаться корректировке с учетом статистики расхода топливно-энергетических ресурсов за предыдущие годы по сериям локомотивов, а также по видам движения и группам поездов. Такие аналитические данные, используемые для корректировки норм расхода, получают из статистического отчета.

Аналогично определяют нормы расхода топливно-энергетических ресурсов при моторвагонной тяге. Для электропоездов удельную норму расхода рассчитывают по формуле

$$e = e_0 K_I K_T + e_{\text{сл}} + e_{\text{торм}} + e_{\text{от}},$$

где e_0 — исходная норма расхода электроэнергии при движении поезда на площадке в зависимости от реализуемой скорости [5, табл. 20]; K_I — коэффициент трудности профиля пути нормируемого участка; K_T — температурный коэффициент для нормируемого периода [5, табл. 16]; $e_{\text{сл}}$ — удельный расход электроэнергии на служебные нужды [5, табл. 13]; $e_{\text{торм}}$ — удельный расход электроэнергии на возмещение ее потерь на одно торможение поезда, зависящее от скорости начала торможения [5]; $e_{\text{от}}$ — удельная норма расхода электроэнергии на отопление поезда [5, табл. 6].

Коэффициент трудности профиля пути нормируемого участка

$$K_I = 1 + a i_3,$$

где a — коэффициент, зависящий от скорости движения [5, табл. 5]; i_3 — эквивалентный подъем, т.е. условный на всем протяжении участка, определяемый по спрямленному профилю пути [5].

Для того чтобы перейти от удельной нормы расхода электроэнергии к норме на поездку, достаточно умножить ее на отношение работы, выполненной за поездку, к 10^4 т·км брутто.

В качестве примера определим норму расхода электроэнергии электропоездом ЭР2 (10 вагонов) массой 578 т на участке длиной 26,2 км. Средняя техническая скорость движения 60 км/ч, скорость в начале торможения 90 км/ч, температура наружного воздуха минус 5 °С, коэффициент трудности профиля пути 1,1. По расписанию на обслуживаемом участке предусмотрено 11 остановок поезда.

Поскольку удельные нормы определяют расход электрической энергии на 10^4 т·км брутто, то число остановок также надо отнести к этой величине. Выполненная за поездку работа (произведение массы поезда на длину участка) составила 15143,6 т·км брутто, следовательно, число приходящихся на 10^4 т·км брутто остановок равно 7,25.

Определив из таблиц инструкции [5] и приложения к ней $e_0 = 111,4$ кВт·ч, $a = 0,236$, $i_3 = 1,1$, $\kappa_t = 1,086$, $e_{сл} = 8,42$ кВт·ч, $e_{торм} = 9,8$ кВт·ч, $e_{от} = 2,63$ кВт·ч, находим удельную норму расхода:

$$e = 111,4 (1 + 0,236 \cdot 1,1) + 8,42 + 7,25 \cdot 9,8 + 2,63 \cdot 10 = 257,8 \text{ кВт·ч.}$$

Следовательно, в данном случае локомотивная бригада может израсходовать за поездку количество энергии, равное $257 \cdot 1,514 = 389$ кВт·ч.

§ 12. ТЯГОВЫЕ РАСЧЕТЫ ДЛЯ МАНЕВРОВОЙ РАБОТЫ

Длительное время при необходимости определения затрат времени и топливно-энергетических ресурсов на маневровую операцию тяговые расчеты выполнялись по Правилам тяговых расчетов для поездной работы, что нельзя признать достаточно обоснованным.

Как известно, маневровая работа, в основном, выполняется тепловозами с электрической передачей, режимы работы которых существенно отличаются от режимов работы Поездных тепловозов. Если у поездного тепловоза время разгона поезда и остановки его на станции незначительно по сравнению с временем его движения по перегонам, то в маневровой работе от 50 до 90 % времени движения составляет трогание состава с места, выбег и торможение. Расчет этих элементов движения по Правилам тяговых расчетов для поездной работы связан с большими погрешностями, поскольку поезд в них рассматривается в качестве материальной точки, а силы тяги и сопротивление движению в процессе трогания принимаются постоянными. Для того чтобы устранить эти погрешности, необходимо учитывать изменение веса состава, а также сил тяги и сопротивления движению в процессе трогания состава с места, его разгона, торможения, роспуска с сортировочной горки.

С этой целью МПС утвердило Методику тяговых расчетов для маневровой работы, аналогичную Правилам тяговых расчетов для поездной работы, которая определяет порядок и метод технического нормирования времени маневровых операций и необходимого парка

тяговых средств, определения экономической эффективности новых маневровых тепловозов, устанавливает основные нормативы, принимаемые для расчета расхода дизельного топлива на выполнение маневровой операции.

Тяговые, тормозные и другие характеристики локомотивов берут из Правил тяговых расчетов для поездной работы. Силу тяги маневрового тепловоза в зависимости от скорости его движения принимают вначале по частичным (промежуточным) характеристикам, которые по условиям сцепления колес с рельсами могут быть реализованы при нулевой скорости, затем по следующим частичным и внешней (автоматической) характеристикам.

Массу состава рассматривают как дискретную сумму масс отдельных вагонов, изменяющуюся в процессе трогания от начала движения локомотива до момента трогания последнего вагона в зависимости от числа вагонов, пришедших в движение. Длина состава также является переменной величиной, зависящей от числа вагонов, пришедших в движение в процессе трогания, с учетом изменения зазоров в автосцепных приборах при растягивании и сжатии состава.

Основное сопротивление движению поезда (состава с тепловозом) в процессе его трогания с места также устанавливается в зависимости от числа вагонов, пришедших в движение, пройденного пути (длины пути трогания для вагонов с буксовыми подшипниками скольжения) и скорости движения.

Дополнительное сопротивление движению от уклонов, кривых и стрелочных переводов определяется для участка пути, находящегося в каждый момент под движущейся частью поезда (состава). С этой целью Методика регламентирует порядок и формулы расчета координат нахождения подвижного состава на пути и длины пути маневровых рейсов и полурейсов. Расчетные интервалы пути принимаются значительно меньшими, чем рекомендуются Правилами тяговых расчетов для поездной работы, и составляют в зависимости от ускорения движения 0,08–20,0 м.

Глава 3. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЯГОВЫМ ПОДВИЖНЫМ СОСТАВОМ И ВОЖДЕНИЯ ПОЕЗДОВ

§ 13. СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ ЛОКОМОТИВА И СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДА. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ

Условия ведения поезда. Перед локомотивной бригадой каждую поездку стоит задача провести поезд по участку, обеспечив соблюдение нормативов, установленных графиком движения поездов, и безопасность движения. Решить эту задачу было бы относительно просто при одинаковых массе и длине поездов, движущихся по прямой железнодорожной линии, которая расположена на площадке, т. е. в условиях, когда движение не осложняется наличием кривых, подъемов и спусков. Можно было бы выработать единый и достаточно простой режим ведения поезда, состоящий из трогания поезда с места, разгона с выходом на автоматическую характеристику, отключения тяговых двигателей перед остановкой и торможения. В этом случае соответственно упростилось бы и регулирование мощности локомотива.

Фактически же регулирование сил, действующих на поезд, представляет собой весьма сложную задачу. Во-первых, с учетом разнообразных сочетаний элементов профиля и плана пути при движении поезда приходится иметь дело с непрерывно изменяющимися силами сопротивления движению; во-вторых, значительно разнятся допускаемые скорости на перегонах и станциях, главных и боковых путях, отдельных искусственных сооружениях, кривых различного радиуса; в-третьих, различна длина и масса поездов, их обеспеченность тормозами.

К этому надо добавить ограничения скорости, вносимые постоянными и временными предупреждениями, а также особенностями конструкции подвижного состава.

Кроме того, сезонные метеорологические условия сказываются на силе сопротивления движению, реализуемой локомотивом мощности, силе сцепления, и следовательно, влияют на силы тяги и торможения.

В отличие от того, как это принято в тяговых расчетах, при ведении реального поезда масса его не сосредоточена в одной точке и, следовательно, поезд, имеющий определенную длину, может располагаться на различных элементах профиля. Скорость движения поезда не

меняется мгновенно при переходе с одного элемента профиля на другой.

Технические характеристики подвижного состава также могут существенно отличаться от принятых в тяговых расчетах, а это сказывается на силах, действующих на поезд в тяговом и тормозном режимах.

Параметры, определяющие условия движения поезда, изменяются в результате действия многих факторов. Некоторые из них взаимосвязаны, отдельные являются независимыми, но их влияние может вызвать изменение в широких пределах параметров, определяющих характер движения поезда.

Все это значительно усложняет регулирование мощности локомотива и выбор рационального режима ведения поезда, требует от машинистов специфических профессиональных навыков, определяемых теоретической подготовкой и определенным практическим опытом.

Автоматизация процесса ведения поезда, особенно грузового, — дело может быть и недалекого, но будущего, несмотря на успехи в развитии микропроцессорной техники и программно-математического обеспечения.

Разнообразие эксплуатационных условий, под которыми обычно понимают вес и длину поезда, его сопротивление движению, порядок пропуска поезда по перегонам, погодные условия, установленные предупреждениями ограничения скорости движения и др., ставит перед машинистом в каждой поездке задачу выбора и реализации рационального режима ведения поезда, соответствующего именно данным условиям. Разрабатываемые в локомотивных депо карты режимов ведения поездов технически обоснованы для некоторых усредненных эксплуатационных условий и поэтому рассматриваются локомотивными бригадами лишь как ориентир. Хорошо подготовленные локомотивные бригады, понимающие механику и энергетику тяги поездов, творчески корректируют рекомендации, приведенные в режимных картах, и реализуют в зависимости от конкретных условий движения рациональные режимы ведения поезда и управления локомотивом.

При ведении поезда по перегону машинисту приходится непрерывно регулировать мощность локомотива, изменять силу тяги и скорость движения в соответствии с фактическим сопротивлением движению и эффективностью тормозов, обеспечивая необходимое ускорение и замедление поездов различной массы. В зависимости от конкретных условий машинист меняет положение рукоятки контроллера до 60 раз в 1 ч при том, что некоторые процессы регулирования осуществляются автоматически. Например, регулятор частоты вращения вала дизеля тепловоза автоматически увеличивает подачу топлива и мощность, если возрастает нагрузка, хотя рукоятка контроллера остается в прежнем положении.

Регулирование скорости не исчерпывается тяговым режимом; не менее сложным является правильное регулирование тормозной силы при остановочных и регулировочных торможениях. Для того чтобы это осуществить, используют как пневматические, так и электрические тормоза.

Регулирование скорости в режиме тяги зависит от того, какими возможностями для этого обладает современный тяговый подвижной состав, оснащенный, главным образом, тяговыми двигателями последовательного возбуждения. Как известно, частота вращения якоря двигателя, а следовательно, скорость движения тягового подвижного состава зависят от приложенного напряжения, падения напряжения в цепи тягового двигателя, магнитного потока и конструктивных особенностей двигателя.

Для тягового двигателя локомотива увеличить частоту вращения можно, повысив приложенное к нему напряжение или уменьшив магнитный поток (ослабление возбуждения). Последнее (от двух до шести ступеней ослабления) применяется на тяговом подвижном составе всех серий.

Кроме того, скорость движения подвижного состава регулируют, изменяя приложенное напряжение путем перегруппировки тяговых двигателей, а также менее экономичным методом – введением в цепь тяговых двигателей резисторов, обеспечивающих падение приложенного напряжения. Но, поскольку использование последнего способа связано с потерями электроэнергии, нагревом резисторов и снижением КПД тягового подвижного состава, резисторы используют в период пуска двигателя.

Более целесообразно осуществлять импульсное регулирование напряжения с помощью тиристоров, преобразуя постоянное напряжение в прерывистое.

Изменяя соотношение, между продолжительностью подачи напряжения и его отсутствия, регулируют среднее значение напряжения, приложенного к двигателю, и тем самым изменяют скорость движения поезда.

Регулировать приложенное напряжение можно также, изменяя коэффициент трансформации путем переключения обмоток тягового трансформатора.

Рассмотрим, как изменяется скорость движения при наборе позиций рукояткой контроллера машиниста или при постановке ее в положение "Автоматический пуск" на тяговом подвижном составе различных типов.

Электроподвижной состав постоянного тока. Мощность такого ЭПС по сути ограничена мощностью тяговых двигателей и сцепным весом электровоза, а мощность тягового двигателя – током коммутации, механической прочностью и температурой нагрева его обмоток.

Частота вращения якоря двигателя постоянного тока, как известно, пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна магнитному потоку, создаваемому полюсами; следовательно, регулирование скорости движения локомотива сводится к изменению приложенного к тяговым двигателям напряжения и создаваемого магнитного потока.

Рассмотрим, как осуществляется регулирование скорости этими способами.

Переключение (перегруппировка) тяговых двигателей с последовательного на последовательно-параллельное и параллельное соединения позволяет ступенями менять приложенное к ним напряжение. Благодаря этому при напряжении на токоприемнике 3000 В у шестиосных электровозов ВЛ22^м, ВЛ23, ЧС2 и др. тяговые двигатели при последовательном их соединении находятся под напряжением 500 В, последовательно-параллельном – 750 В и параллельном – 1500 В. У восьмиосных электровозов ВЛ8, ВЛ10, ВЛ11 тяговые двигатели при последовательном соединении находятся под напряжением 375 В, при последовательно-параллельном – 750 В и параллельном – 1500 В. Четырехосные электровозы ЧС3 и моторные вагоны электропоездов имеют только два соединения тяговых двигателей: при последовательном соединении тяговых двигателей они находятся под напряжением 750 В, при параллельном – 1500 В. Таким образом, переключая тяговые двигатели с одного соединения на другое, можно ступенями изменять приложенное к ним напряжение и регулировать скорость.

Этот способ регулирования напряжения на тяговых двигателях применялся ранее на тепловозах некоторых серий.

Включение резисторов в цепь тяговых двигателей позволяет осуществить более плавное регулирование напряжения, чем перегруппировка тяговых двигателей. Однако недостатки, связанные с потерями электрической энергии, нагревом резисторов и снижением КПД, приводят к тому, что резисторы используют лишь для пуска двигателей и разгона поезда. Кроме того, локомотивная бригада должна следить за тем, чтобы не произошло недопустимого нагрева пусковых резисторов.

Изменение магнитного потока, создаваемого главными полюсами тягового двигателя, также используют для регулирования частоты вращения якоря, а следовательно, и скорости движения. Этот способ регулирования не связан со значительными потерями энергии и поэтому широко применяется на ЭПС не только постоянного, но и переменного тока, а также на тепловозах. Магнитный поток можно регулировать, изменяя ток в обмотке возбуждения, либо число витков обмотки, участвующих в создании магнитного потока. Последнее приводит к усложнению конструкции тягового двигателя, так как необходимо иметь дополнительные отводы обмотки возбуждения,

особенно при использовании нескольких ступеней ослабления возбуждения.

Поэтому большее распространение получил способ регулирования магнитного потока путем подключения параллельно обмотке возбуждения тягового двигателя резистора, т.е. путем шунтирования обмотки возбуждения.

Импульсное регулирование напряжения, подводимого к тяговым двигателям, является одним из способов регулирования скорости. Для этой цели используют тиристорные установки, преобразующие постоянное напряжение в импульсное прерывистое. Изменяя соотношение между временем подачи и снятия напряжения, регулируют среднее значение приложенного к тяговым двигателям напряжения, а следовательно, скорость движения электроподвижного состава.

Электроподвижной состав переменного тока. На этом ЭПС регулирование скорости осуществляют изменением приложенного к тяговым двигателям напряжения, а также возбуждения двигателей. Напряжение на вторичной стороне трансформатора регулируют ступенями, изменяя коэффициент трансформации путем переключения секций обмоток.

Возможно плавное регулирование напряжения, приложенного к тяговым двигателям. Для этого в выпрямительной установке вместо диодов используют тиристоры. Однако при плавном регулировании уменьшается коэффициент мощности выпрямительной установки, повышается пульсация выпрямленного тока и усиливается влияние контактной сети на линии связи. Поэтому плавное регулирование применяется не во всем диапазоне изменения напряжения, а лишь в пределах ступеней напряжения, которые соответствуют значениям коэффициента трансформации.

Возможно также регулировать напряжение на первичной стороне трансформатора.

Тепловозы. Кроме применяемых на ЭПС и используемых на тепловозах способов регулирования скорости путем изменения напряжения, приложенного к тяговым двигателям, и их возбуждения, используется также дополнительно возможность плавного изменения напряжения путем регулирования работы дизель-генераторной установки. Мощность дизеля можно менять с помощью рукоятки контроллера машиниста, каждому положению которой соответствует определенная частота вращения коленчатого вала дизеля. Переводя рукоятку контроллера с одной позиции на другую, машинист изменяет степень затяжки пружины центробежного регулятора, вследствие чего изменяется подача топлива в цилиндры дизеля. Это приводит к изменению частоты вращения коленчатого вала дизеля, а значит, и якоря главного генератора. В результате изменяется напряжение главного генератора и напряжение, приложенное к тяговым двигателям, а следовательно, и скорость движения тепловоза.

Меняя подачу топлива, машинист непосредственно воздействует только на частоту вращения коленчатого вала дизеля; регулирование же электрической передачи, включая главный генератор, возбудитель и тяговые двигатели, осуществляется автоматически. При больших скоростях и соответственно малых токах наступает ограничение по возбуждению главного генератора и его мощности. Сохранение постоянства используемой мощности дизеля и увеличение тока главного генератора достигаются перегруппировкой тяговых двигателей тепловоза либо ослаблением их возбуждения. Указанные операции осуществляются автоматически под контролем реле переходов при достижении определенных скоростей, так же как обратный переход при увеличении силы тяги и падении скорости.

Назначение рукояток контроллера. Рассмотрим основные операции по управлению локомотивом в тяговом и тормозном режимах применительно к электровозу ВЛ80^т, которые производят рукоятками контроллера машиниста. Так, с помощью контроллера машиниста в тяговом режиме осуществляется изменение направления движения электровоза, ручной и автоматический набор, а также сброс позиций, ослабление возбуждения тяговых двигателей. Производят также переключения силовой цепи и цепей управления в режим торможения или, наоборот, в режим тяги; собирают цепи, соответствующие режиму подтормаживания и режиму торможения; регулируют силу торможения. Для выполнения этих операций у контроллера машиниста предусмотрено несколько рукояток.

Реверсивной рукояткой, как следует из ее названия, осуществляется изменение (реверсирование) направления движения электровоза и включение позиций ослабления возбуждения тяговых двигателей.

Главная рукоятка имеет восемь положений: БВ – быстрое выключение; 0 – нулевое положение; АВ – автоматическое выключение; РВ – ручное выключение; ФВ – фиксация выключения; ФП – фиксация пуска; РП – ручной пуск; АП – автоматический пуск.

Для управления электровозом в тормозном режиме на контроллере используют 12-позиционный переключатель и тормозную рукоятку. С помощью переключателя задают тормозную силу в пределах от 20 до 50 тс.

Тормозная рукоятка имеет следующие положения: 0 – нулевое; П – подготовительная позиция; ПТ – предварительного торможения до 10 тс; Т – тормозное положение, в котором в зависимости от угла поворота рукоятки в секторе задается скорость торможения.

Автоматизация процесса управления. При ведении поезда непрерывно изменяется нагрузка, причем не только из-за колебания внешних воздействий, вызванных изменением сил сопротивления движению, но и вследствие особенностей организации движения поездов, числа и мест остановок поездов; срабатывания устройств, регулирующих нагрузку силовых и управляющих агрегатов локомотива, особенно на тепловозах. Все эти изменения требуют реакции со стороны

локомотивной бригады, т.е. определенных действий по управлению поездом. Особенно сложной становится работа машиниста при возникновении боксования колесных пар: он должен принять меры для прекращения боксования и в то же время не допустить значительного уменьшения силы тяги и остановки поезда. В пассажирском движении возникает немало проблем в связи с необходимостью обеспечить определенный комфорт (плавность движения) для пассажиров как в тяговом, так и в тормозном режиме. Зачастую решить эти задачи крайне трудно для малоопытных машинистов; требуется высокая квалификация локомотивных бригад. Для улучшения использования мощности и силы тяги локомотива в сложных условиях поездной работы при высоком уровне эксплуатационной надежности и экономичности стремятся автоматизировать процессы ведения поезда и управления работой различных систем локомотива. Средства автоматизации необходимы и должны действовать как в тяговом, так и в тормозном режиме.

Системы автоматического управления движением поездов, называемые также системами автоведения, или автомашинистами, должны обеспечивать выполнение с заданной точностью графика движения поездов при соблюдении имеющихся на участке ограничений скорости. Приоритет в разработке таких систем принадлежит нашей стране. Первый опытный образец автомашиниста появился в 1957 г.; он был создан для управления движением одного электропоезда по заданной программе. При ручном (неавтоматическом) управлении машинист руководствуется лишь временем проследования станций и остановочных пунктов в соответствии с расписанием, которое не определяет время проследования блок-участков. При недостаточной квалификации локомотивной бригады могут возникать и накапливаться нарушения заданных интервалов движения по блок-участкам, в результате чего возможен сбой графика. Автоматические системы управления исключают такую ситуацию. Внедрение систем автоведения позволяет повысить точность выполнения графика движения поездов, улучшить использование пропускной способности участков, снизить расход топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов, облегчить труд локомотивных бригад и повысить его производительность, обеспечить безопасность движения поездов.

В технической литературе имеются многочисленные сообщения об эксплуатации систем автоведения поездов на железных дорогах Японии, США, Канады, Франции и др., но все они касаются, главным образом, пассажирских перевозок на специальных, так называемых изолированных линиях. Однако применять систему автоведения только для одного поезда нецелесообразно, поскольку на участке может быть множество поездов и каждый из них оказывает влияние на движение вслед идущих, а на однопутных участках — и встречных поездов. Автоблокировка и автоматическая локомотивная сигнализация действуют односторонне, предотвращая сближение поезда с впе-

реди идущим. Сигналы автоблокировки расставляют таким образом, чтобы интервал между поездами при движении их с расчетной скоростью соответствовал расчетному. Поезд должен двигаться по перегону так, чтобы к моменту его вступления на блок-участок на светофоре горел зеленый огонь; при любом другом огне возникает необходимость снижения скорости. Если режим ведения поезда отклонился от расчетного, положенного в основу расстановки сигналов автоблокировки, это повлияет соответствующим образом на режим вслед идущего поезда. Еще сложнее взаимодействие между поездами различных категорий, например пассажирских и грузовых: необходимо учитывать разницу в их массе, скорости движения, сериях локомотивов.

В связи с этим наиболее эффективным становится применение централизованных систем автоматического управления движением поездов. Эти системы получают и перерабатывают информацию о параметрах движения всех поездов на линии и управляют каждым поездом в соответствии с полученной информацией и требуемой программой движения. По сравнению с автономной системой автоматического управления централизованные системы обладают большими возможностями, так как, имея информацию о положении всех поездов на линии, можно более гибко компенсировать возникающие отклонения от принятой программы. Однако техническая реализация централизованных систем значительно сложнее; кроме того, требуются каналы связи между всеми поездами на линии и центральным постом управления.

Внедрение централизованных систем автоматического управления движением поездов начиналось на Московском, Ленинградском, Харьковском и Ташкентском метрополитенах. Это объясняется небольшой протяженностью линий и соответственно каналов связи, однотипностью подвижного состава, относительной простотой управления поездом, изолированностью от внешних воздействий. На магистральных железнодорожных линиях обращаются разнотипные грузовые, пригородные и пассажирские поезда с различными временами хода, допускаемыми скоростями движения, режимами ведения. Выполнить централизованные системы в этих условиях значительно сложнее. Вследствие большой протяженности линий увеличивается объем и стоимость аппаратуры передачи данных, необходимость управлять движением разнотипных поездов вызывает резкое увеличение объема информации, а это повышает требования к быстродействию управляющих ЭВМ, ведет к увеличению их числа. Выбор режима ведения пассажирского или пригородного и в особенности грузового поезда — сложная многовариантная задача. Совершенствование систем автоведения и расширение их возможностей вплоть до учета меняющихся условий на участке возможны на базе применения микропроцессоров, с помощью которых можно самостоятельно решать задачу ведения поезда, повысить надежность работы всей системы.

Используя современные технические средства микроэлектроники и вычислительной техники, накопленный опыт создания систем

автоведения, ученые ВНИИЖТа и других институтов создали централизованную комплексную систему управления движением поездов на участке (КСАУДП), которая проходит испытания на Московской дороге. Составной частью КСАУДП является система автоматического управления поездами, предназначенная для автоматизации процесса управления ведением поезда, включая пуск и разгон, выбор режима ведения поезда по перегонам, торможения у платформ для остановки, а также регулировочные торможения. С системой автоматического управления поездами непосредственно связаны такие системы обеспечения безопасности, как система автоматического управления тормозами (САУТ), система автоматической локомотивной сигнализации (АЛСН), система интервального регулирования и др., а также устройства внутренней локомотивной (поездной) автоматики – устройства автоматического пуска, исполнительные устройства, регуляторы скорости, устройства торможения, противобоксовочные и противоюзные устройства. Часть устройств системы автоматического управления движением поездов располагается на локомотиве (бортовые поездные устройства), часть – на центральном посту управления, часть – на станциях участка.

Наибольшие сложности вызывает создание системы автоматического управления грузовыми поездами, поскольку такой поезд как объект управления обладает рядом специфических особенностей, создающих значительные трудности для автоматизации процесса его ведения. К их числу следует отнести значительный разброс массы поезда (от порожняковых до тяжеловесных поездов), сложность автоматизации процессов торможения при использовании пневматических тормозов поезда, сложность измерения пройденного пути и скорости вследствие эффектов боксования и юза колесных пар и др. Однако, несмотря на эти трудности, современный уровень развития исследований в области тяги поездов и построения автоматических систем создают предпосылки для дальнейшей разработки и внедрения систем автоматического управления ведением грузовых поездов. Несомненно, такие системы будут разработаны, а пока вождение поездов, выбор и поддержание режима ведения поезда, управление работой силовых систем тягового подвижного состава выполняют локомотивные бригады. И от того, насколько хорошо они справляются с этими задачами, во многом зависят результаты работы железных дорог.

§ 14. УСЛОВИЯ И РАЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ ВОЖДЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Условия работы локомотива при вождении поездов характеризуются непрерывным изменением силы тяги и скорости движения. При этом мощность локомотива при различных скоростях непостоянна, она меняется в зависимости от реализуемой скорости. Эти обстоятельства позволяют реализовать весьма разнообразные режимы управления

тяговым подвижным составом, зачастую отличные от принятых при тяговых расчетах.

Режим работы локомотива определяет степень использования мощности и силы тяги, надежность и экономичность его в конкретных эксплуатационных условиях. Стремление к улучшению использования мощности и силы тяги сопровождается совершенствованием режимов вождения поездов, рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов.

При разработке рациональных режимов вождения поездов большое значение имеет изучение и обобщение опыта лучших машинистов. Рост квалификации локомотивных бригад, улучшение качества ремонта и технического обслуживания локомотивов необходимы для эффективного использования их тяговых свойств и мощности.

Большое влияние на использование мощности локомотивов оказывает также сложившаяся система эксплуатации локомотивов. Важную роль играет график движения поездов, который должен предусматривать наивыгоднейшие условия их пропуска по участкам. Правильное диспетчерское руководство движением поездов, недопущение обгона и скрещения поездов на станциях, расположенных на неблагоприятном профиле, сокращение числа скрещений, своевременное информирование локомотивных бригад об условиях пропуска поездов, ликвидация задержек их у закрытых сигналов — необходимые условия для рациональных режимов вождения поездов и высокоэффективного использования локомотивов.

Для различных условий эксплуатации рациональные режимы вождения поездов имеют существенные особенности. Это не позволяет рекомендовать один режим ведения поезда как оптимальный для всех практически возможных условий движения по участку, поскольку даже на одном и том же участке эти условия часто меняются. Кроме того, характеристики электрических машин и конкретных локомотивов в зависимости от их технического состояния могут в определенных пределах отличаться от соответствующих паспортных данных.

Все это создает трудности при разработке и практическом использовании рациональных режимов вождения поездов. Опыт показывает, что даже при наличии режимных карт и реализации рекомендуемых режимов вождения поездов, технически обоснованных для некоторых средних эксплуатационных условий, фактический расход электроэнергии и топлива у различных машинистов на одних и тех же участках разный, отклонения могут быть как в большую, так и в меньшую сторону от установленной нормы (до 10 %).

Передовые, хорошо подготовленные технически и глубоко понимающие основы энергетики работы локомотива, тяги и движения поезда машинисты умело учитывают конкретные эксплуатационные условия, быстро принимают правильные решения, корректируют рекомендации режимных карт и добиваются значительной экономии электроэнергии или топлива. Рациональный по расходу топливно-энергетических ресурсов режим ведения поезда должен предусматри

вать и оптимальное использование мощности локомотива по условиям нагревания тягового электрооборудования, сцепления колес с рельсами на лимитирующих подъемах участка. Обычно режимы ведения поезда, рациональные по условиям использования мощности локомотивов на лимитирующих подъемах, не противоречат режимам, рациональным по расходу электроэнергии или топлива.

Большое влияние на расход энергоресурсов оказывает техническое состояние тепловозов, которые могут иметь значительные расхождения характеристик топливной экономичности, мощности, а также тяговых характеристик, вследствие низкого качества ремонта и технического обслуживания, изменения состояния в межремонтный период, а также рассогласования звеньев системы управления дизель-генераторов. Поэтому неперемennым условием экономного расходования дизельного топлива при тепловозной тяге являются высококачественные реостатные испытания после планового ремонта с регулированием топливной аппаратуры, электрических аппаратов и машин в соответствии с действующими требованиями.

Значительный резерв экономии электроэнергии заключен в применении рекуперативного торможения поездов. Как показывают расчеты и опытные поездки, а также подтверждает практика работы железных дорог, расширение полигона применения рекуперации электроэнергии дает большое снижение ее расхода. Даже на участках с равнинным профилем пути он существенно снижается. Значительный эффект может быть достигнут благодаря применению рекуперации электроэнергии на электропоездах пригородного движения.

Рациональный режим ведения поезда разрабатывают для заданного времени хода по перегонам. Эта очень сложная задача должна решаться на основе кривой изменения скорости $v(s)$, полученной в результате тяговых расчетов и соответствующей заданному времени хода. Формирование рационального режима сводится к совершенствованию исходного режима, т.е. внесению в него изменений, направленных на сокращение расхода электроэнергии или топлива при сохранении заданного времени хода.

Снизить расход топливно-энергетических ресурсов можно уменьшением механической энергии локомотива и потерь энергии при ее преобразовании. Значительное снижение механической работы можно получить при увеличении времени хода по перегонам; однако, как правило, это неприемлемо, поскольку влечет за собой сокращение пропускной способности участка. Уменьшить механическую работу можно, снижая среднюю скорость движения поезда и скорость входа его на уклоны с вредными спусками, а также неравномерность скорости движения, скорость начала торможения поезда. Следует помнить, что снижение средней скорости движения при заданном времени хода недопустимо.

Уменьшение неравномерности скорости движения дает заметный эффект в экономии электроэнергии и топлива на равнинных участках пути с относительно редкими остановками поездов. При изменении

режима для выравнивания скорости следует учитывать значение КПД локомотива, чтобы возможное повышение потерь энергии на локомотиве было компенсировано экономией от выравнивания скорости.

Потери энергии в тормозах поезда пропорциональны длине вредных спусков или квадрату скорости начала торможения. Для уменьшения этих потерь следует в пределах возможного снижать скорость поезда при входе его на уклоны с вредными спусками и скорость движения в начале торможения. Это достигается увеличением времени движения локомотива на выбеге с выключенными тяговыми двигателями перед такими уклонами или торможениями. Допустимость таких снижений скорости движения определяется возможностью ее повышения на другой части перегона для обеспечения заданного времени хода поезда, а целесообразность – разницей между экономией энергии или топлива благодаря снижению потерь в тормозах и увеличением их расхода за счет движения с повышенной скоростью на некоторой части перегона или участка.

Пуск и разгон характеризуются значительными потерями энергии в пусковом реостате на ЭПС постоянного тока и работой при пониженном КПД на ЭПС переменного тока. Чтобы сократить потери электроэнергии в пусковом реостате, следует реализовать максимальное возможное ускорение поезда, для чего необходимо увеличивать среднее значение пускового тока электровоза и применять ослабление возбуждения тяговых двигателей электровозов постоянного тока.

Составными элементами рациональных режимов вождения поездов являются: использование максимальной возможной силы тяги, реализация высоких значений коэффициента сцепления и рациональное использование запасов кинетической энергии для преодоления подъемов, правильный выбор скорости начала торможения, умелое регулирование силы тяги с применением ослабления возбуждения тяговых двигателей при оптимальном температурном режиме обмоток электрических машин и дизеля.

§ 15. РЕЖИМЫ ВЕДЕНИЯ ПОЕЗДА

Отдельные фазы режима ведения. Режим ведения поезда состоит из следующих фаз:

- пуск локомотива и разгон поезда до выхода на выбранную ходовую характеристику локомотива;

- движение под током при включенных тяговых двигателях на ходовых позициях контроллера машиниста;

- движение на выбеге при выключенных тяговых двигателях;

- регулируемое торможение – подтормаживание поезда на спусках для поддержания его скорости на заданном уровне;

- торможение для снижения скорости перед сигналами и остановками.

Каждый из этих элементов оказывает существенное влияние на

результаты использования мощности локомотивов и расходования топлива и электрической энергии на тягу поездов. Рассмотрим отдельные фазы режима вождения поездов.

Пуск локомотива и разгон поезда. Пуск и разгон важно производить как можно более плавно, не допуская слишком быстрого наращивания силы тяги. Это необходимо для того, чтобы не допустить разрыва поезда и боксования колесных пар локомотива. Стронуть грузовой поезд с места легче, если предварительно состав сжать. Установив реверсивную рукоятку в положение „Вперед”, машинист затем переводит главную рукоятку с нулевой позиции, включает ток тяговых двигателей, приводит локомотив в движение и растягивает состав, выбирая зазоры в его автосцепных устройствах. Если локомотив не имеет автоматического пуска, постепенно переводят рукоятку контроллера машиниста на более высокие позиции, выдерживая ее на каждой из них примерно 3 с, что необходимо для срабатывания электрических аппаратов. После того как головная часть поезда придет в движение, продолжают набирать позиции, соблюдая при этом требование, чтобы ток тяговых двигателей по амперметру не превышал значений пускового тока для тягового подвижного состава данной серии и был близок к максимальному допустимому значению по условиям сцепления. Для того чтобы не произошло разрыва поезда, дальнейший набор позиций контроллера машиниста можно производить после того, как весь поезд вместе с локомотивом придет в движение.

Как при электрической, так и при тепловозной тяге после трогания поезда с места его разгон следует вести, реализуя большую силу тяги. Для электровозов постоянного тока увеличение среднего пускового тока сопровождается снижением потерь электроэнергии в пусковых реостатах, так как при этом уменьшается время работы электровоза с введенными в цепи тяговых двигателей резисторами. Среди части машинистов распространено ошибочное мнение о том, что при меньшем пусковом токе соответственно меньше потери энергии в пусковых реостатах. Это мнение ошибочно и возникает потому, что не учитывает уменьшение времени реостатного пуска при увеличении пускового тока. Разгон поезда с большим пусковым током целесообразен еще и потому, что позволяет экономить время и использовать его запас для более длительного движения на выбеге без тока и снижения скорости перед торможениями, а следовательно, позволяет экономить электроэнергию.

При пуске важно предотвратить возникновение и развитие боксования колесных пар, поэтому набор позиций рукояткой контроллера в момент трогания грузового поезда, особенно в неблагоприятных по сцеплению условиях, обычно сопровождается импульсной подачей небольших порций песка под колеса локомотива.

На ЭПС постоянного тока в процессе пуска и разгона необходимо предотвращать недопустимый нагрев пусковых резисторов. Вследствие этого после выхода на безреостатную позицию последовательного

соединения тяговых двигателей обычно используют ступени ослабления возбуждения для продолжения разгона поезда. Благодаря этому происходит дальнейшее увеличение скорости движения и несколько уменьшается нагрев пусковых резисторов. Затем после снятия ослабления возбуждения продолжают набор позиций контроллера машиниста, переводя тяговые двигатели на последовательно-параллельное, а затем и параллельное соединения. При необходимости на каждом из этих соединений тяговых двигателей также используются ступени ослабления возбуждения.

На тепловозах при пуске и трогании с места в результате набора позиций главной рукоятки контроллера машиниста срабатывают исполнительные механизмы и увеличивается подача топлива в цилиндры дизеля, происходит ступенчатое регулирование частоты вращения коленчатого вала и мощности дизеля. Поэтому, чтобы улучшить рабочий процесс дизеля, важно выдерживать рукоятку контроллера машиниста на каждой позиции примерно 3 с.

Общие требования к режиму ведения поезда по перегону. Локомотивная бригада должна отлично знать профиль и план пути, расположение сигналов и станций. Это необходимо потому, что при движении поезда по элементам профиля состав может переходить из растянутого в сжатое состояние и обратно, при этом в составе возникают значительные динамические силы. Дополнительные динамические нагрузки возникают как в тяговом режиме, так и при движении на выбеге, а также в тормозном режиме и в процессе отпуска тормозов. Возникающие силы могут достигать наибольшего значения в различных частях состава в зависимости от однородности вагонов и степени их загрузки, а также от того, сжат состав или растянут. В грузовых поездах эти силы могут привести к обрыву состава или выдавливанию вагонов, в пассажирских и пригородных – к нарушению комфорта пассажиров. Значения динамических сил зависят от массы и длины поезда, профиля пути, применяемых режимов тяги и торможения, скорости движения, зазоров в автосцепных устройствах, скорости распространения тормозной волны по длине поезда, типа и состояния тормозных устройств. Локомотивная бригада должна учитывать эти факторы при выборе режима ведения поезда.

При движении поезда целесообразно держать состав либо в сжатом, либо в растянутом состоянии. Однако это практически не всегда возможно при движении по реальному профилю пути; локомотивная бригада в данном случае должна уметь плавно переводить состав из одного состояния в другое. Выполнять это рекомендуется на однородных элементах пути – на площадке или спуске. Для того чтобы перевести движущийся состав из сжатого состояния в растянутое, рукоятку контроллера ставят в поездное положение. На электровозах, на которых не предусмотрен автоматический пуск, этот перевод рукоятки можно производить достаточно быстро до тех пор, пока ток тяговых двигателей не достигнет значения 250 А. Чтобы сжать состав, ранее растянутый, постепенно выключают тяговые двигатели, переводя

рукоятку контроллера на низшие позиции до нулевой. Если этого недостаточно, приводят в действие электрический тормоз, а на локомотивах, не оборудованных электрическим тормозом, – вспомогательный.

Влияние профиля пути на режим ведения поезда. Условия ведения поезда, регулирования мощности локомотива и скорости движения значительно различаются у грузового и пассажирского поездов. Они существенно различаются и внутри каждой из этих групп, например тяжеловесный или порожняковый, а для пассажирских – скорый или пригородный.

Вождение дизель- и электропоездов также имеет ряд специфических особенностей. Они определяются, во-первых, тем, что на моторвагонной тяге осуществляются пригородные перевозки, для которых характерны частые остановки при большой густоте движения. В этих условиях подвижной состав должен реализовывать большие ускорения и замедления. В связи с этим электропоездам свойственны более высокие значения мощности на единицу массы поезда, чем локомотивам. Для электропоездов ЭР1, ЭР2, ЭР9 эта величина составляет 7,3 кВт/т, а для пассажирского поезда массой 1000 т с электровозом ЧС2 – только 4,2 кВт/т. Таким образом обеспечивается высокое ускорение движения – 0,6–0,7 м/с².

Высокие скорости движения на коротких перегонах вызывают необходимость начала торможения с большой скорости. Поэтому режим ведения моторвагонного поезда основывается на принципах, отличающихся от используемых при локомотивах. Так, на электроваззах 77–82 % расходуемой электроэнергии затрачивается на преодоление сопротивления движению поезда, пусковые и тормозные потери энергии составляют лишь 5–8 %. На электропоездах до 75 % электроэнергии приходится на пусковые и тормозные потери.

Укажем наиболее общие положения, относящиеся к реализации силы тяги и тормозной силы, использованию кинетической энергии при выборе режима вождения поездов.

На перевалистом профиле, где чередуются подъемы, площадки и спуски, предпочтительно вести поезд в растянутом состоянии при включенном контроллере. В этом случае регулируют скорость движения путем изменения силы тяги. При проследовании подъемов силу тяги увеличивают, на площадках и спусках – уменьшают. Подходя к подъему, который нельзя проследовать за счет использования кинетической энергии, увеличивают силу тяги, переводя рукоятку контроллера на высшие позиции или применяя ступени ослабления возбуждения.

При движении по участкам с равнинным профилем пути и относительно редкими остановками необходим режим ведения, обеспечивающий наименьшие колебания скорости при использовании позиций, соответствующих наиболее высоким значениям КПД локомотива. Уменьшение неравномерности движения дает заметный эффект вслед-

ствие нелинейной зависимости между силой сопротивления движению и скоростью движения.

Обычно профиль участков железнодорожной сети, на которых имеются ограничения в использовании мощности локомотивов по сцеплению, характеризуется наличием подъемов большой крутизны, но относительно небольшой протяженности. Поэтому при разработке и реализации рациональных режимов вождения поездов на таких участках очень важно наряду с реализацией наибольших сил тяги обеспечивать максимальное использование кинетической энергии движущегося поезда.

Поскольку кинетическая энергия пропорциональна квадрату скорости, при подходе поезда к тяжелым элементам профиля скорость должна быть наибольшей допустимой, что дает возможность проследовать часть подъема за счет накопленной на предыдущих элементах профиля кинетической энергии поезда.

При движении по подъему скорость падает по мере использования кинетической энергии, ток тяговых двигателей возрастает, однако переходить на низшие позиции следует только при достижении током тяговых двигателей, а следовательно, и силой тяги локомотива предельных значений. Чтобы предотвратить боксование колесных пар, необходимо своевременно подавать песок в зону контакта колес с рельсами. Эффективность использования песка для стабилизации сцепления зависит от многих факторов. Наряду с необходимым освоением всеми локомотивными бригадами способов эффективного управления песочницей, своевременной подачи песка с целью предотвращения возникновения боксования колесных пар важно обеспечить применение высококачественного и должным образом подготовленного кварцевого песка, правильную и систематическую регулировку форсунок песочниц, исправность и правильное положение труб, по которым подается песок.

Если после перехода на низшие позиции ослабления возбуждения тяговых двигателей скорость движения поезда продолжает уменьшаться, следует перейти на полное или нормальное возбуждение. В случаях, когда после перехода со ступеней ослабленного возбуждения на полное или нормальное скорость движения продолжает снижаться, а нагрузка вновь достигает предельных значений, чтобы не допустить срабатывания защиты, можно кратковременно перейти на последовательно-параллельное соединение тяговых двигателей для электровозов постоянного тока или на более низкую позицию для электровозов переменного тока. Для тепловозов в подобных случаях допускается скорость ниже расчетной, однако движение поезда в таких условиях допускается на протяжении не более чем 500 м.

Часто элементы профиля пути с трудными подъемами чередуются с элементами профиля меньшей крутизны. Последние следует использовать для повышения скорости движения и накопления кинетической энергии. Для этого целесообразно переходить на более глубокое ослабление возбуждения или высокие позиции регулирования.

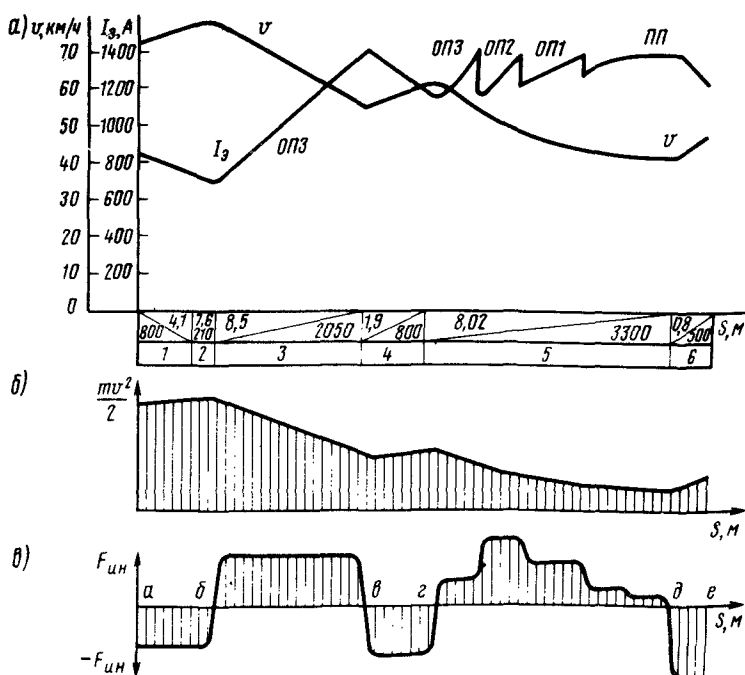


Рис. 20. Кривые, характеризующие преодоление подъема с использованием кинетической энергии поезда

Подобные условия движения в конце подъема могут оказаться рациональными в отношении экономии электроэнергии и топлива в том случае, если после подъема расположена станция, на которой предусмотрена остановка поезда, или вредный спуск. Тогда снижение потерь энергии в тормозах при последующем торможении позволит получить некоторую экономию топливно-энергетических ресурсов. Изложенные рекомендации наиболее эффективны при наличии подъемов сравнительно небольшой протяженности.

В качестве примера рассмотрим кривые изменения скорости движения и тока электровоза ВЛ23 (рис. 20, а), полученные при ведении поезда массой 3300 т по подъему длиной свыше 6 км. Для того чтобы использовать кинетическую энергию при преодолении подъема, предшествующий ему элемент 1 (спуск 4,1 %) был проследован с током на ступени ОПЗ ослабления возбуждения. В результате этого к началу подъема поезд развил максимальную допускаемую скорость около 80 км/ч.

При следовании по подъему (элементы 2 и 3) началось снижение скорости движения и соответствующее нарастание тока. Реализация больших сил тяги сопровождалась систематической подачей песка под колеса. Элемент 4 с меньшей крутизной подъема был использован для

повышения скорости движения и создания запаса кинетической энергии. При движении по элементу 5 (ток около 1400 А) машинист постепенно снижал ступени ослабления возбуждения, и на последнем километре тяговые двигатели работали при полном возбуждении.

Как видно из рис. 20, б и в, при увеличении скорости движения сила инерции отрицательна и действует против направления движения, задерживая нарастание скорости (участки аб, вг, де); при снижении скорости она положительна (участки бв и гд) и направлена по движению, т.е. суммируется с силой тяги. Таким образом, использование силы инерции позволило развивать несколько меньшую силу тяги и облегчить условия работы тяговых двигателей при движении по подъему.

Другим примером может служить сопоставление результатов двух опытных поездок с динамометрическим вагоном (рис. 21 и 22), выполненных электровозом ВЛ60^к на перегоне с затяжным подъемом крутизной до 10,7 ‰, где масса поезда ограничена по условиям сцепления колес с рельсами (направление движения показано стрелкой).

Из тяговых расчетов для данного участка следует, что для движения поезда массой 3600 т с установившейся скоростью по подъему 10,7 ‰ (264–267-й километры) необходима сила тяги около 46,8 тс. Расчетная сила тяги электровоза ВЛ60^к, ограниченная сцеплением колес с рельсами, по тяговым характеристикам составляет 37,2 тс. Таким образом, сила тяги, необходимая для движения поезда по наиболее трудному подъему рассматриваемого перегона, на 9,6 тс

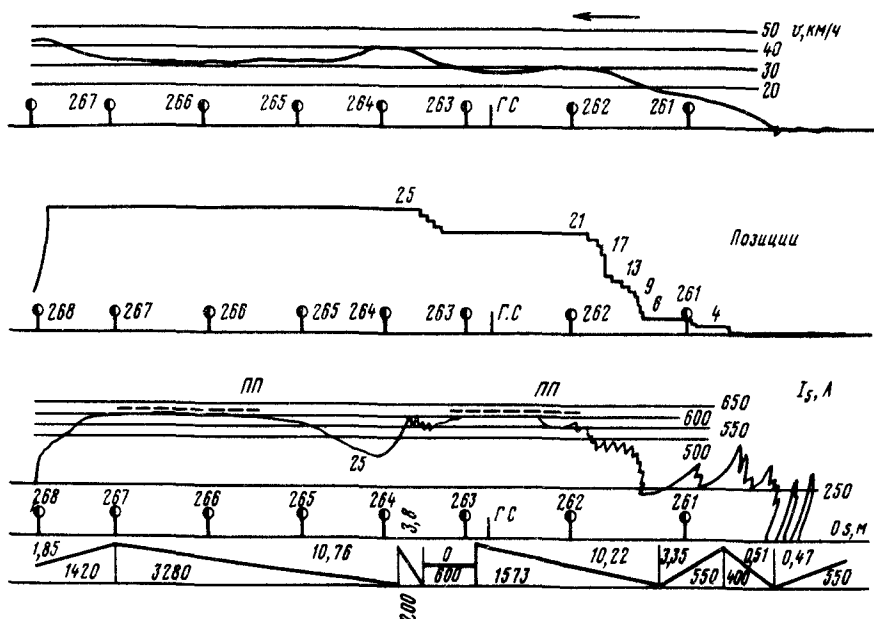


Рис. 21. Результаты опытной поездки по преодолению подъема при массе поезда 3200 т

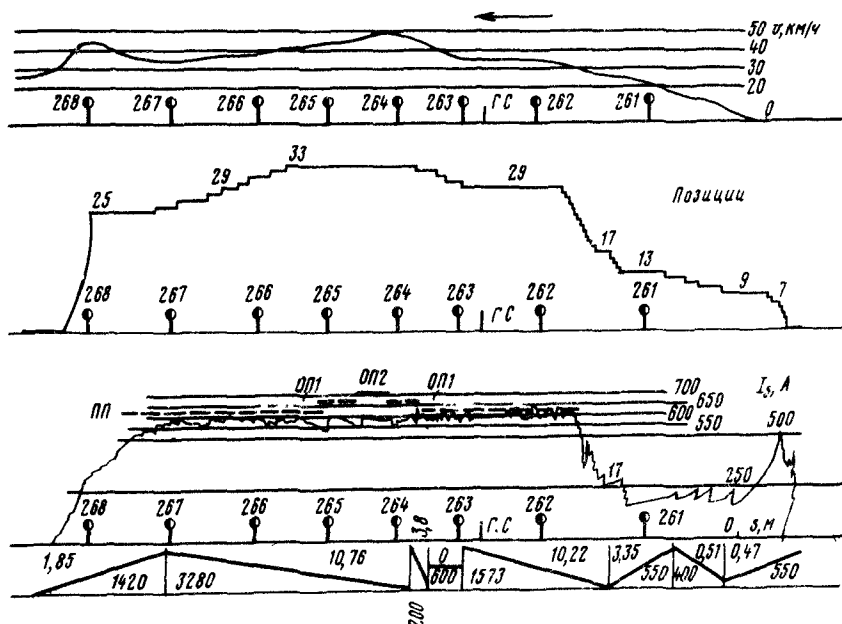


Рис. 22. Результаты опытной поездки по преодолению подъема при массе поезда 3600 т

превышает ограничение силы тяги электровоза ВЛ60^К по сцеплению. Эта „недостающая“ сила тяги может быть „создана“ за счет кинетической энергии поезда, т.е. за счет силы инерции поезда при его замедленном движении по подъему. Результаты расчетов, хорошо совпавшие с опытными данными, показывают, что замедление поезда при этом должно составлять около 3,7 км/ч в 1 мин.

В связи с этим в процессе проведения опытных поездок был разработан и проверен режим ведения поезда, отвечающий условиям профиля и тяговым свойствам электровоза ВЛ60^К. Этот режим (см. рис. 22) предусматривает интенсивный разгон после трогания со станции и использования площадки на 264-м километре для повышения скорости до 48–50 км/ч и последующее движение по наиболее трудному подъему перегоня, расположенному за указанной площадкой с фактическим постоянным замедлением 3,8 км/ч в 1 мин.

При первой опытной поездке (см. рис. 21) с поездом массой 3200 т был недостаточен разгон поезда после отправления со станции; в связи с этим скорость при движении до 263-го километра не превышала 30 км/ч. На 263-м километре ток двигателей и сила тяги электровоза достигли соответствующих ограничений по сцеплению колес с рельсами. Хотя на 264-м километре и был выполнен переход с 21-й на 25-ю позицию контроллера, однако расположенную здесь площадку использовали для повышения кинетической энергии поезда недоста-

точно; поэтому на 264–265-м километрах произошло значительное снижение тока (до 380 А) и силы тяги, развиваемой двигателями электровоза. Подъем крутизной 10,7 ‰ на 265–267-м километрах пройден с примерно установившейся скоростью 31–32 км/ч, т.е. без использования кинетической энергии поезда; ток двигателей и сила тяги электровоза фактически достигли расчетных ограничений по сцеплению. Таким образом, основной недостаток режима ведения поезда в этой поездке состоит в недостаточно интенсивном разгоне поезда на 261-м и 262-м километрах и недоиспользовании площадки на 264-м километре для повышения скорости движения и кинетической энергии поезда.

Во второй опытной поездке (см. рис. 22) при массе поезда 3600 т осуществлен режим ведения, более близкий к расчетному. Ток двигателей поддерживался близким к значению, соответствующему ограничению по сцеплению, но не превышал его; максимальная скорость движения на площадке (264-й километр) достигла 48 км/ч при работе тяговых двигателей с ослабленным возбуждением на 33-й позиции. Постепенный переход на низшие позиции при следовании по подъему на 265–267-м километрах обеспечил движение с постоянным замедлением 3,4 км/ч в 1 мин. При этом сила инерции поезда составила 6,3 тс, а сила тяги электровоза — около 39 тс.

Масса поезда 3200 т достаточно близка к расчетной по сцеплению при движении с установившейся скоростью по подъему 10,7 ‰, однако в результате использования легких элементов профиля (264-й километр) для разгона поезда и постепенного снижения его скорости на наиболее трудной части перегона удалось провести поезд массой 3600 т, т.е. на 400 т больше, без превышения расчетного ограничения по сцеплению. Такой режим для данного перегона был рекомендован как рациональный, и машинисты успешно применяют его.

Аналогичный режим ведения поезда используют в случаях, когда масса состава ограничена сцеплением колес с рельсами. На участках, имеющих тяжелые подъемы значительной длины (15–30 км), по которым локомотив с поездом следует с большими нагрузками продолжительное время, как правило, проявляется ограничение по нагреванию электрических машин.

Влияние режима ведения поезда на нагревание обмоток двигателей. Чтобы не допустить превышения температуры обмоток электрических машин, необходимо ограничивать время протекания тока в зависимости от его значения. Для тяговых двигателей электровозов наибольшие допустимые токи и соответственно время их протекания следующие:

Электровоз ВЛ8

Ток, А	360	400	450	500	550	600
Время, мин	55	28	15	9	6	5

Электровозы ВЛ10, ВЛ10У, ВЛ11

Ток, А	450	400	550	600	650	680
Время, мин	50	30	13	8	6	5

Электровоз ВЛ60К

Ток, А	500	550	600	650	700
Время, мин	68	37	21	15	11

Электровозы ВЛ80 всех индексов

Ток, А	830	1200
Время, мин	60	4

Подъемы значительной крутизны, но небольшой протяженности поезд преодолевает за сравнительно небольшое время, и электрические машины не успевают нагреваться до максимальной допустимой температуры, хотя токи при этом могут превышать номинальные. Если же подъем затяжной, то продолжительное движение с большими нагрузками вполне может вызвать нагрев обмоток электрических машин выше допустимого. В таких случаях, чтобы уменьшить нагрузку и температуру нагрева обмоток электрических машин, переходят на более низкие ступени ослабления возбуждения (ОП2 вместо ОП3, ОП1 вместо ОП2), а иногда используют даже полное или нормальное возбуждение.

Для примера сопоставим результаты двух опытных поездок на одном из участков Московской дороги. В обоих случаях поезда одинаковой массы были проведены по тяжелому подъему протяженностью 14 км, однако температура нагрева обмоток двигателей оказалась неодинаковой, поскольку режимы ведения поездов были различными. В одном случае электровоз с поездом вступил на подъем при ступени ослабления ОП4 и следовал в таком режиме 5 км, затем на протяжении 6 км локомотивная бригада применяла ступень ослабления ОП3. Остальные 3 км электровоз проследовал на ОП2 и ОП1, а также при полном возбуждении. Превышение температуры нагрева тяговых двигателей при этой поездке достигло 132 °С, т.е. превысило допустимое на 12 °С.

В другом случае четвертую ступень ослабления возбуждения не применяли, электровоз с поездом вступил на подъем и проследовал 10 км на ступени ОП3. На остальных четырех километрах локомотивная бригада применяла ступени ОП2, ОП1 и полное возбуждение. Превышение температуры нагрева обмоток двигателей в этом случае достигло лишь 117 °С, т.е. было на 15 °С ниже, чем в первом случае, хотя время хода увеличилось всего лишь на 0,5 мин.

На участках, где действует ограничение по сцеплению и возникают ограничения по нагреванию электрических машин, эффективным является максимальное использование кинетической энергии поезда,

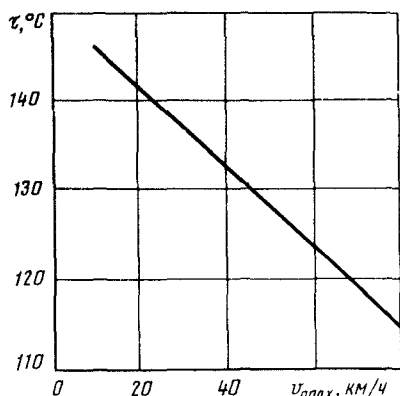


Рис. 23. Зависимость температуры якорной обмотки тягового двигателя НБ-406 (начальная температура обмотки 60 °С) от скорости подхода к подъему крутизной 8 ‰ и длиной 10 км поезда массой 3600 т

поскольку это позволяет уменьшить ток и тем самым снизить температуру нагрева электрических машин в процессе движения по подъему.

Из рис. 23 следует, что чем выше скорость подхода электровоза с поездом к началу подъема, тем ниже температура нагрева якорной обмотки тягового двигателя НБ-406 (начальная температура нагрева якорной обмотки 60 °С).

Особенно важно иметь большую скорость перед подъемом, расположенным после вредного спуска. Как известно, вредными называют спуски, на которых по условиям безопасности движения необходимо применять регулировочное торможение для того, чтобы скорость поезда не превысила максимальную разрешенную. Таким образом, к вредным относятся спуски, создающие удельное дополнительное сопротивление движению, которое превышает удельное сопротивление движению данного поезда. Для примера укажем, что увеличение скорости с 80 до 100 км/ч в месте сопряжения вредного спуска с подъемом крутизной 8 ‰ позволяет проследовать 1,3–1,4 км по подъему на выбеге.

Возможность использования кинетической энергии для преодоления подъема при ограничении массы поезда по нагреванию машин подтверждается рис. 24. Чем выше скорость подхода поезда к подъему, тем меньше время движения по нему, а следовательно, и температура нагрева обмоток электрических машин локомотивов.

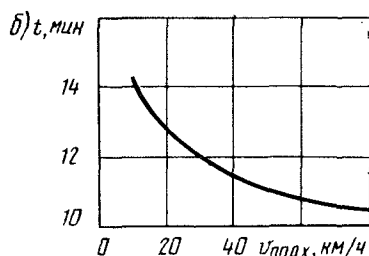
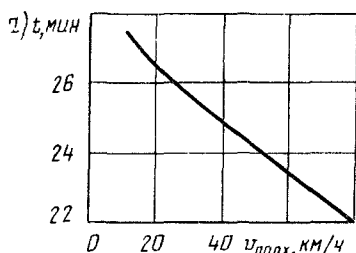


Рис. 24. Зависимость от скорости времени преодоления подъема крутизной 8 ‰ и длиной 10 км поезда массой 3600 т с тепловозом ТЭЗ (а) и электровозом ВЛ8 (б)

Для ЭПС постоянного тока особое внимание следует уделять режимам ведения при пониженном напряжении на токоприемнике. В таких случаях на участках, где норма массы поездов ограничена по нагреванию тяговых двигателей, возможно превышение допустимой температуры их обмоток, так как пониженное напряжение приводит к снижению скорости и увеличению времени движения под током. Кроме того, понижение напряжения приводит к уменьшению частоты вращения якоря двигателя вентилятора, что влечет за собой ухудшение охлаждения тяговых двигателей. В подобных случаях машинисты, чтобы увеличить скорость движения, применяют более глубокое ослабление возбуждения, а это приводит к увеличению нагрузок. В условиях ухудшения вентиляции это может привести к еще большим превышениям температуры обмоток тяговых двигателей. Поэтому на участках, где масса поезда ограничена нагреванием обмоток тяговых двигателей, при пониженном напряжении на токоприемнике ослабление возбуждения следует использовать с осторожностью.

Остановимся теперь на роли тягово-эксплуатационных испытаний. Из практики известны случаи, когда применение оптимальных режимов ведения поездов, разработанных и уточненных при тягово-эксплуатационных испытаниях, позволило организовать устойчивое вождение поездов, масса которых превышает расчетные значения. В ходе таких испытаний устанавливают лучшие режимы вождения поездов. Полученные результаты, так же как и опыт работы лучших машинистов, являются основой для разработки рациональных режимов вождения поездов, используются для обучения и инструктажа локомотивных бригад, разработки местных инструкций по технологии вождения поездов.

Местные инструкции для локомотивных бригад по рациональным режимам вождения поездов должны содержать не только рекомендации, разработанные для определенных условий, но и знакомить локомотивные бригады с основными принципами, которыми следует руководствоваться для обеспечения максимального использования мощности локомотивов.

Работа по обучению локомотивных бригад рациональным режимам вождения поездов должна включать в себя не только теоретическое обучение, но и практический показ. Весьма полезен аналитический разбор отдельных поездок с указанием допущенных ошибок. Нельзя представлять рекомендуемый режим ведения поезда в качестве застывшего свода правил с указанием, где и какую позицию контроллера машиниста следует применять, где и как производить торможение и т.д. Обучение и инструктаж локомотивных бригад рациональным режимам вождения поездов должны основываться на глубоком понимании ими существа физических процессов, связанных с движением поезда, управлением локомотивом, регулированием его мощности.

§ 16. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ТОРМОЗАМИ ПОЕЗДА

Тормозной процесс в поезде. Для правильного понимания и оценки явлений, возникающих при пневматическом торможении поезда, следует учитывать, что торможение – это процесс, развивающийся во времени и по длине поезда. В самом деле, если при следовании поезда машинисту потребовалось снизить скорость движения или остановить поезд, он переводит ручку крана машиниста в положение служебного или экстренного торможения. При этом сжатый воздух выпускается из тормозной магистрали через кран машиниста в атмосферу, а значит, падает давление. Падение давления с конечной скоростью распространяется от локомотива до хвостового вагона и представляет собой воздушную волну.

Если снижение давления достаточно для срабатывания воздухо-распределителей поезда, то волну называют *тормозной*. Скорость распространения тормозной волны – это скорость распространения процесса последовательного действия тормозов вдоль всего поезда от локомотива до хвостового вагона. Она зависит от вида торможения (служебное или экстренное) и типа воздухораспределителей и составляет от 60 до 220 м/с.

Точно так же и процесс отпуска тормозов развивается постепенно вдоль состава. Для отпуска автотормозов переводят ручку крана машиниста в отпускное положение и сжатый воздух из главных резервуаров через этот кран поступает в тормозную магистраль поезда. Возникает последовательное по длине поезда повышение давления от локомотива к хвостовому вагону, сопровождающееся отпуском тормозов и называемое *отпускной волной*. Скорость отпускной волны (50–70 м/с) зависит от разности давления воздуха в главных резервуарах и тормозной магистрали и времени выдержки ручки крана машиниста в отпускном положении. Кроме того, на скорость тормозной волны влияют размер проходных сечений отверстия в кране машиниста и магистрали, длина последней, утечки из тормозной сети поезда и количество воздуха, расходуемого на заполнение камер всех тормозов, участвующих в отпуске.

Для формирования и реализации тормозных процессов в поезде большое значение имеет *темп снижения давления воздуха* в магистрали, т.е. величина, на которую уменьшается давление воздуха в каждой точке магистрали за единицу времени.

Различают медленный темп снижения давления в магистрали, темп служебного торможения и темп экстренного торможения.

Медленному темпу соответствует снижение давления в магистрали за 1 с на $0,003 \text{ кгс/см}^2$, а по манометру – с 5 до 4 кгс/см^2 примерно за 300 с. При этом не должны приходить в действие воздухораспределители поезда; исходя из медленного темпа установлена норма утечки воздуха из магистрали поезда.

При служебном торможении снижение давления в магистрали составляет $0,4-0,1$ кгс/см² за 1 с, что соответствует снижению давления по манометру с 5 до 4 кгс/см² за 2,5 – 10 с. Воздухораспределители приходят в действие и обеспечивают только служебное торможение.

Экстренному торможению соответствует снижение давления воздуха в магистрали на $1,0-0,8$ кгс/см² за 1 с, а по манометру – с 5 до 4 кгс/см² в течение 1,0–1,25 с. При таком темпе должны прийти в действие воздухораспределители и их ускорители.

Следовательно, для того чтобы создать необходимый темп снижения давления в магистрали всего поезда и обеспечить требуемый вид торможения, машинист должен переместить ручку крана машиниста в соответствующее тормозное положение и выдержать ее в этом положении до тех пор, пока давление в уравнительном резервуаре не снизится на требуемую величину; после этого машинист переводит ручку крана в положение перекрыши, а при экстренном торможении оставляет ее в положении экстренного торможения до остановки поезда.

В случае отправления поезда со станции, чему предшествует проверка автотормозов, компрессоры должны работать в установленных режимах и поддерживать давление в главных резервуарах локомотива в установленных пределах. В рабочей кабине локомотива ручки кранов машиниста, вспомогательного тормоза, комбинированного крана на тормозной магистрали и разобщительного на питательной должны находиться в поездном положении. При ведении пассажирского и электропоезда с электропневматическими тормозами (ЭПТ) должен быть включен источник напряжения не менее 45–50 В.

В тормозной сети поезда при поездном положении ручки крана машиниста должно поддерживаться нормальное давление воздуха. Зарядное давление в тормозной магистрали должно составлять $5,3-5,5$ кгс/см² для грузовых поездов и $5,0-5,2$ кгс/см² для пассажирских, дизель- и электропоездов. Если вагоны моторвагонного поезда оснащены авторежимом, то зарядное давление должно составлять $5,3-5,5$ кгс/см². Для пассажирских поездов международного сообщения, в составе которых имеются вагоны РИИ с автотормозами типов КЕС, "Эрликон", ДАКО, зарядное давление должно быть $4,8-5,0$ кгс/см².

При ведении грузовых поездов по участкам, имеющим крутые затяжные спуски крутизной 18 ‰ и более, возникает необходимость в большом числе торможений при большей их глубине, чем на спусках меньшей крутизны. Естественно, это требует значительного расхода сжатого воздуха из тормозной сети поезда. Для того чтобы не произошло истощения тормозов, на таких участках разрешается поддерживать зарядное давление в тормозной магистрали $6,0-6,2$ кгс/см². Такое же давление устанавливается на более пологих участках при грузовых поездах весом более 6000 тс, имеющих более 350 осей, если при зарядном давлении $5,3-5,5$ кгс/см² не обеспечивается в тормозной магистрали хвостового вагона зарядное давление не менее $4,5$ кгс/см².

Следуя с поездом, локомотивная бригада обязана подготовить тормоза к действию. Ручка крана машиниста должна находиться в поездном положении, при котором поддерживается зарядное давление в тормозной сети. При ведении пассажирских и моторвагонных поездов, имеющих электропневматические тормоза, необходимо убедиться в том, что источник питания включен, напряжение в цепи соответствует норме; на пульте должна гореть сигнальная лампа.

Проверка действия тормозов. Автоматические тормоза перед отправлением поезда подвергают полному или сокращенному опробованию в соответствии с требованиями Правил технической эксплуатации и Инструкции по эксплуатации тормозов подвижного состава. Однако выявить эффективность автотормозов можно только при движении поезда, оценив ее как замедление поезда в результате действия тормозной силы. Локомотивная бригада должна убедиться в надежной работе автотормозов поезда в определенном месте участка при скорости движения, установленной приказом начальника дороги. Для этого необходимо обязательно проверить их действие в пути следования, снижая давление в тормозной магистрали на величину, установленную для опробования тормозов.

После появления тормозного эффекта и снижения скорости на 10 км/ч производят отпуск тормозов. Скорость на 10 км/ч должна снижаться на расстоянии, не превышающем установленного местными инструкциями. Отпуск тормозов производят только после того, как машинист убедится в их нормальном действии. Если на первой ступени торможения начальный эффект не будет получен в течение 10 с в пассажирском поезде и 20–30 с в грузовом, локомотивная бригада обязана принять все меры к остановке поезда. В зависимости от результата проверки и на основании своего опыта машинист при дальнейшем ведении поезда выбирает места начала торможения и размер снижения давления в магистрали так, чтобы не допустить проезда сигнала с запрещающим показанием, а сигнал уменьшения скорости и место предупреждения проследовать с установленной скоростью.

В случае необходимости проверку действия тормозов в неустановленных местах выполняют с учетом местных условий после набора скорости поездом на станционных путях или при выезде со станции на первом перегоне, имеющем площадку либо спуск.

В пассажирских, дизель- и электропоездах проверяют сначала действие автоматического тормоза, а затем электропневматического. Для проверки последнего в пути следования машинист должен выполнить ступень торможения до получения давления в тормозных цилиндрах тягового подвижного состава 0,8–1,5 кгс/см².

В зимний период при проверке действия тормозов в пути следования снижают давление в магистрали грузовых груженых поездов на 0,8–0,9 кгс/см², порожних – на 0,5–0,6 кгс/см², пассажирских нормальной длины – на 0,5–0,6 кгс/см². С учетом местных условий до

проверки тормозов необходимо произвести служебное торможение, чтобы удалить снег и лед с поверхности трения композиционных тормозных колодок.

Для правильного управления тормозами локомотивной бригаде важно знать устройство и свойства тормозов, их характеристики, а также профиль и план пути, расположение станций, стрелок и сигналов.

Требования к управлению тормозами. Правильное управление тормозами является важной составной частью рациональных режимов вождения поездов, залогом безопасности движения и экономного расходования топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов. Это особенно важно при регулировочных торможениях потому, что снижение скорости из-за неопытности локомотивной бригады больше, чем это требуется, связано с повышенными потерями энергии в тормозах и расходами топлива и электроэнергии на восстановление скорости. Малоопытные машинисты не только снижают скорость больше, чем это необходимо, но и запаздывают с отпуском тормозов, что увеличивает расход энергии на восстановление скорости, а в некоторых случаях становится причиной остановки поезда. Надо помнить, что последующие его трогание и разгон связаны также с дополнительным расходом топливно-энергетических ресурсов. Аналогичная ситуация может возникнуть при нерасчетливом торможении перед запрещающим сигналом, что приводит к остановке, а затем к подтаскиванию поезда. С другой стороны, позднее применение тормозов в надежде на открытие сигнала может привести к его проезду.

Применение повторных торможений без перезарядки запасных резервуаров и рабочих камер может привести к истощению тормозов, т.е. к тому, что поезд становится неуправляемым. Опасные реакции в составе могут возникнуть, когда локомотивная бригада не выдерживает время, необходимое для распространения тормозной и отпускной волны. При пневматических тормозах в случае завывшения давления в тормозной магистрали (перезарядка) и последующего полного служебного или экстренного торможения может произойти заклинивание колесных пар.

При движении на выбеге, подтормаживании на крутых спусках, регулировочных и остановочных торможениях поезда часть механической энергии теряется. Потери ее зависят от режима ведения поезда и при заданном профиле пути тем меньше, чем выше скорость движения на вредных спусках и короче тормозной путь. Потери в тормозах при движении по вредным спускам можно уменьшить, если после подхода к таким спускам с минимальной возможной скоростью далее осуществлять движение на выбеге до максимальной разрешенной скорости, а затем производить регулировочное торможение до окончания вредного спуска.

Потери механической энергии в тормозах при торможении для снижения скорости и остановки поезда также зависят от режима ведения поезда; они тем больше, чем выше скорость начала торможе-

ния. В большинстве случаев снижение скорости перед уклоном с вредными спусками способствует экономии топлива или электроэнергии. Например, для поезда массой 4184 т, ведомого электровозом ВЛ10, уменьшение скорости подхода к вредному спуску 10 % с 60 до 50 км/ч позволяет сократить расход электроэнергии на 50 кВт·ч, но увеличивает время хода на 1 мин. Для того чтобы компенсировать дополнительное время хода (1 мин) и повысить скорость на предыдущей части перегона, представляющего собой площадку длиной 10 км, средняя скорость движения по которой равна 60 км/ч, необходимо затратить дополнительно 24 кВт·ч. Таким образом, результирующая экономия составляет 26 кВт·ч. Уменьшение скорости данного поезда в момент начала торможения перед остановкой или по предупреждению с 60 до 47 км/ч сокращает расход электроэнергии на 72 кВт·ч при увеличении времени хода на 1 мин.

Необходимость обеспечения безопасности движения предъявляет высокие требования к практическим знаниям локомотивных бригад, к их навыкам управления тормозами. Неправильное управление тормозами может привести к их истощению и уменьшению тормозной эффективности, вследствие чего могут произойти нарушения безопасности движения, проезды запрещающих сигналов, а при электрическом торможении – и повреждения тяговых двигателей. Кроме того, возможны чрезмерное снижение скорости, когда это не требуется по условиям ведения поезда, а следовательно, увеличение потерь энергии и перерасход топливно-энергетических ресурсов. Дополнительные сложности возникают из-за того, что невозможно, например, рекомендовать определенное снижение давления в магистрали при остановочном торможении или для стабилизации скорости на спусках вследствие различной эффективности тормозных средств в поездах. Именно поэтому Инструкция по эксплуатации тормозов подвижного состава предусматривает, что машинист сам выбирает необходимые рациональные режимы и ступени торможения.

§ 17. ВИДЫ ТОРМОЖЕНИЯ И ОТПУСК ТОРМОЗОВ

Для регулирования скорости движения поезда и его остановки применяют три основных вида торможения с использованием пневматических тормозов поезда: ступенчатое, полное служебное и экстренное. Снижение давления при этом оценивают по давлению в уравнительном резервуаре и контролируют с помощью манометра тормозной магистрали. Необходимым условием при всех видах торможения является выключение контроллера локомотива. Кроме пневматического торможения, для регулирования скорости и остановки поезда применяют электрическое (реостатное и рекуперативное) при наличии его на тяговом подвижном составе.

Ступенчатое торможение. После выключения контроллера маши-

нист снижает давление в уравнительном резервуаре и тормозной магистрали пассажирских и электропоездов на $0,3-0,5$ кгс/см², а в длинносоставных и сдвоенных поездах, более половины вагонов которых оборудованы скородействующими тройными клапанами, — на $0,7-0,8$ кгс/см². В грузовых поездах при первой ступени торможения давление в тормозной магистрали снижается на $0,6-0,7$ кгс/см², в порожних — на $0,5-0,6$ кгс/см², а в случаях, если поезд следует по затяжным спускам, — на $0,7-0,8$ кгс/см². На равнинном пути со спуском до 8 ‰ при следовании на зеленый огонь светофора или по свободному перегону разрешается в первую ступень торможения (кроме проверки действия автотормозов) снижать давление на $0,3-0,5$ кгс/см².

В зимний период при низких температурах и снегопадах первую ступень торможения следует производить снижением давления в грузовых груженных поездах на $0,8-0,9$ кгс/см², в порожних на $0,6-0,7$ кгс/см², пассажирских нормальной длины на $0,5-0,6$ кгс/см². Усиление торможения грузового поезда производят ступенью $0,5-1,0$ кгс/см².

При электропневматических тормозах первую ступень служебного торможения выполняют, перемещая ручку крана машиниста в тормозное положение до тех пор, пока давление в тормозных цилиндрах локомотива или головного вагона электропоезда не достигнет $0,8-1,5$ кгс/см² (в зависимости от скорости движения и крутизны спуска). Последняя ступень выполняется по необходимости до полного служебного торможения.

Снижение давления в тормозной магистрали при торможении зависит от вида поезда, его длины, крутизны спусков, а также от условий ведения поезда на участке. Исходя из этих условий машинист имеет право выбирать снижение давления в магистрали при выполнении торможения, но не менее указанного выше. Наилучшая плавность торможения поезда обеспечивается разрядкой тормозной магистрали в один прием в начале торможения на величину первой ступени.

Когда давление в тормозной магистрали снижено на необходимое значение по манометру, ручку крана машиниста перемещают в положение перекрыши и выдерживают в нем до получения полного тормозного эффекта от этой ступени торможения. Если тормозная сила от первой ступени торможения является недостаточной для снижения скорости поезда или его остановки в указанном месте, производится вторая ступень, а если требуется, то и последующие ступени. Для пассажирских и грузовых поездов всех видов последующие ступени торможения выполняют, снижая давление в магистрали на $0,3-1,0$ кгс/см² в зависимости от необходимости и условий ведения поезда. Если начальная ступень торможения связана со снижением давления в тормозной магистрали более чем на 1 кгс/см² в случае автоматических тормозов или с давлением в тормозных цилиндрах более $2,5$ кгс/см² в случае электропневматических тормозов, предварительно с целью предотвращения юза необходимо привести в действие песочницу локомотива.

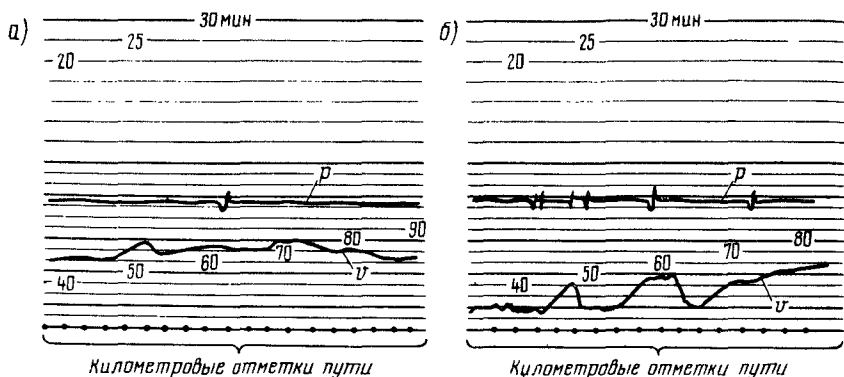


Рис. 25. Запись на ленте скоростемера кривых давления p в тормозной магистрали и скорости движения при регулировочном торможении поезда массой 3102 т, ведомого электровозом ВЛ180^Т при следовании по спуску 8 ‰:

а — первое торможение; б — повторные торможения

В качестве примера на рис. 25 и 26 приведены кривые давления в тормозной магистрали и скорости движения, записанные на ленте скоростемера для поездов различной массы, ведомых различными тягловым подвижным составом по пути различного профиля. Как известно, кривая давления в тормозной магистрали на ленте скоростемера смещена на 20 мм вправо относительно кривой скорости.

В неблагоприятных зимних условиях на крутых затяжных спусках при снегопадах и снежных заносах первую ступень торможения в начале спуска в грузовых поездах следует выполнять, снижая давление в тормозной магистрали на 1,0–1,2 кгс/см² и в случае необходимости увеличивать снижение давления, соответствующего полному служебному торможению. При инее и гололеде, когда сила сцепления

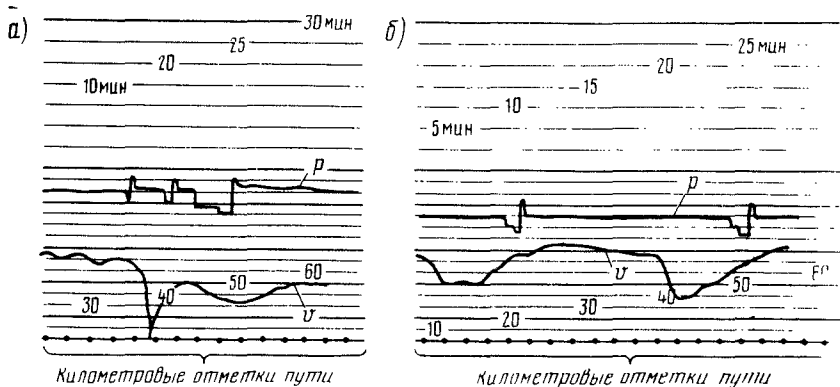


Рис. 26. Запись на ленте скоростемера кривых давления p и скорости при ступенчатом торможении грузового поезда с тепловозом 2ТЭ10М при следовании по спуску крутизной от 9 до 14 ‰ (а) и пассажирского с электровозом ЧС8 (б)

колес с рельсами снижается, необходимо за 50–100 м до места начала торможения приводить в действие песочницу и подавать на рельсы песок, пока поезд не остановится или не окончится торможение. Первую ступень торможения выполняют заблаговременно, пока скорость не достигла на спуске максимального установленного значения. Это необходимо потому, что после начала торможения скорость может некоторое время возрастать, пока тормоза не придут в действие. Если первая ступень торможения окажется недостаточной, применяют вторую и последующие ступени, для того чтобы не превысить максимальной допустимой скорости при движении по уклону либо обеспечить остановку поезда в установленном месте. Режим торможения машинист выбирает в зависимости от профиля пути и фактической эффективности действия тормозов в поезде; при этом следует помнить, что нельзя допустить истощения тормозов, для которого характерно давление в магистрали менее $3,8 \text{ кгс/см}^2$ в грузовом и $3,5 \text{ кгс/см}^2$ в пассажирском поезде, а также снижение эффективности торможения.

Полное служебное торможение. Этот вид торможения применяют в исключительных случаях при необходимости остановки поезда или снижения его скорости на расстоянии, меньшем того, на котором осуществляется ступенчатое торможение. Для этого машинист снижает давление в уравнительном резервуаре (тормозной магистрали) за один прием на $1,5\text{--}1,7 \text{ кгс/см}^2$, но не более чем на $2,0 \text{ кгс/см}^2$. Предварительно приводят в действие вспомогательный тормоз локомотива и подают песок под колеса.

Полное служебное торможение (рис. 27) используется главным образом при необходимости остановить поезд или в тех случаях, когда ступенчатое торможение не обеспечивает требуемого снижения скорости движения поезда.

Если необходимо применить полное служебное торможение при движении на крутых спусках, нельзя разряжать тормозную магистраль до давления, меньшего $3,8 \text{ кгс/см}^2$. В случае возникновения такой ситуации при давлении в тормозной магистрали ниже $3,8 \text{ кгс/см}^2$ необходимо остановить поезд, привести в действие вспомогательный тормоз локомотива, после чего отпустить автоматические тормоза и на стоянке до начала движения зарядить тормозную сеть.

При электропневматических тормозах полное торможение в один прием машинист выполняет, перемещая ручку крана машиниста № 334Э в положение IV, а кранов № 328 и 395 в положение VЭ для приведения в действие электропневматических тормозов без разрядки магистрали до создания давления в тормозных цилиндрах тягового подвижного состава $3,8\text{--}4,0 \text{ кгс/см}^2$; после этого ручку крана необходимо перевести в положение перекрыши.

Экстренное торможение. Его применяют во всех поездах и на любом профиле пути в тех случаях, когда дальнейшему движению грозит опасность и требуется остановить поезд. Выполняют это тормо-

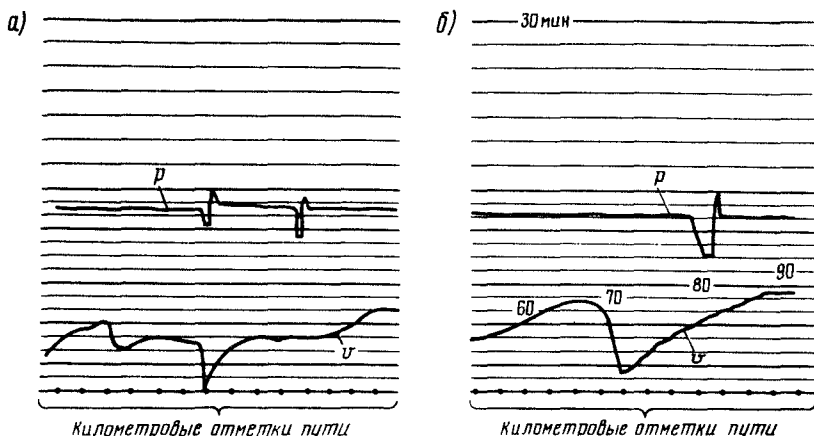


Рис. 27. Запись на ленте скоростемера кривых давления p и скорости при полном служебном торможении грузового поезда массой 3548 т с электровозом ВЛ10 (а) и пассажирского поезда с электровозом ЧС7 (б)

жение, переводя ручку крана машиниста в положение экстренного торможения; при двойной тяге в случае необходимости использую комбинированный кран второго локомотива. После перевода ручки крана машиниста или комбинированного крана в положение экстренного торможения машинист должен привести в действие песочницу и вспомогательный тормоз локомотива и выключить тяговые двигатели. Для обеспечения наибольшей эффективности торможения ручку крана машиниста или комбинированного крана необходимо оставлять в положении экстренного торможения, а ручку крана вспомогательного тормоза — в крайнем тормозном положении до полной остановки поезда. Процессы, происходящие при экстренном торможении, пояснены кривыми, показанными на рис. 28.

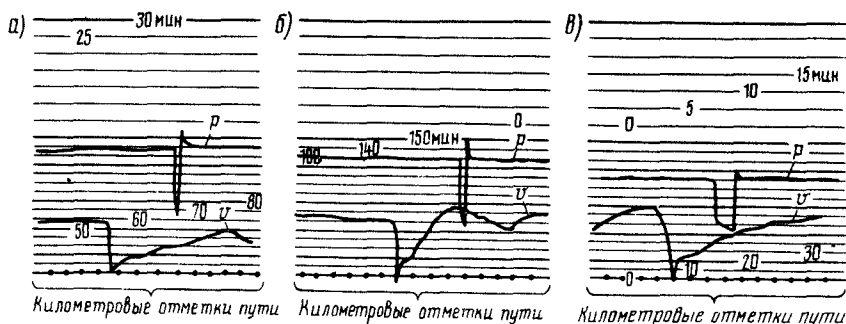


Рис. 28. Запись на ленте скоростемера кривых давления p и скорости при экстренном торможении грузового поезда массой 3644 т с электровозом ВЛ10 (а), грузового поезда массой 3276 т с электровозом ВЛ180^т (б) и пассажирского массой 1488 т с электровозом ЧС8 (в)

Экстренное торможение может быть вызвано также открытием стоп-крана, обрывом или разъединением соединительных рукавов тормозной магистрали, а также срабатыванием автостопа. В этих случаях необходимо немедленно произвести экстренное торможение краном машиниста, а затем отключить тяговые двигатели, привести в действие песочницу и вспомогательный тормоз локомотива.

Отпуск тормозов. В зависимости от условий движения может применяться отпуск полный или ступенчатый. Полный отпуск тормозов машинист производит для прекращения торможения. Установив ручку крана машиниста в положение I, выдерживают ее в этом положении (в зависимости от вида предшествовавшего торможения и длины поезда) или в течение определенного времени или до достижения необходимого давления в уравнительном резервуаре; затем перемещают ручку крана машиниста в поездное положение.

Полный отпуск может выполняться без повышения давления в тормозной сети поезда сверх установленного зарядного или с превышением его. Например, в грузовых поездах с зарядным давлением в тормозной магистрали $5,3-5,5$ кгс/см² при полном отпуске автотормозов после служебного торможения необходимо держать ручку крана машиниста в положение I, пока давление в уравнительном резервуаре не достигнет $5,8-6,0$ кгс/см². После снижения давления до нормального зарядного при необходимости его снова повышают.

Отпуск автотормозов в грузовом поезде после экстренного торможения машинист производит переводом ручки крана машиниста в положение I и удерживает ее в этом положении до получения давления в уравнительном резервуаре $3,0-3,5$ кгс/см² при отсутствии стабилизатора у крана машиниста и $6,5-6,8$ кгс/см² при наличии его. В пассажирском, дизель- и электропоезде после служебного торможения машинист выдерживает ручку крана в положении I до получения давления в уравнительном резервуаре $5,0-5,2$ кгс/см², а после экстренного — до $3,0-3,5$ кгс/см², в короткосоставных поездах — до $1,5-2,0$ кгс/см². Затем машинист переводит ручку крана в поездное положение.

Полный отпуск электропневматических тормозов в один прием выполняют, перемещая ручку крана машиниста в положение I, удерживают ее в этом положении до повышения давления в уравнительном резервуаре до $5,2-5,4$ кгс/см², после чего переводят в поездное положение.

Процесс отпуска тормозов не заканчивается переводом ручки крана машиниста из положения I в поездное положение; он продолжается еще некоторое время, причем в хвостовой части поезда дольше, нежели в головной. Это следует иметь в виду, если после торможения и остановки поезда его вновь необходимо приводить в движение. В таком случае следует выждать до полного отпуска тормозов, продолжительность которого зависит от длины поезда и типов воздухораспределителей вагонов. Если этого не сделать, при трогании поезда с неотпущенными тормозами возникнут значительные динамические силы,

способные привести к разрыву рам вагонов и автосцепных устройств. Время от момента перевода ручки крана машиниста в положение I до приведения поезда в движение колеблется от 15 с до 3 мин для пассажирских поездов и от 1,5 до 6 мин для грузовых. Для длинно-составных поездов, имеющих более 350 осей, при нахождении локомотива в голове поезда указанное время увеличивается в 1,5 раза. Машинистам следует иметь в виду, что при трогании поезда с неп полностью отпущенными тормозами значительно увеличивается сила сопротивления движению, осложняется процесс трогания, увеличиваются токовые нагрузки и расход топливно-энергетических ресурсов.

Ступенчатый отпуск тормозов применяют для регулирования тормозной силы и поддержания скорости в определенных пределах при движении по спускам на тормозах. Для этого несколько повышают давление в тормозной магистрали, при этом тормозной эффект не исчезает, а несколько уменьшается. Чтобы произвести ступенчатый отпуск, машинист переводит ручку крана машиниста в положение II и удерживает ее до повышения давления в уравнительном резервуаре при каждой ступени отпуска не менее чем на $0,3 \text{ кгс/см}^2$.

При ступенчатом отпуске электропневматических тормозов не повышается давление в тормозной магистрали; тормозную силу регулируют частично, выпуская воздух из тормозных цилиндров вентиллями электровоздухораспределителей. Для ступенчатого отпуска электропневматических тормозов машинист пассажирского или моторвагонного поезда кратковременно перемещает ручку крана машиниста из положения перекрыши в поездное и опять в положение перекрыши; последнюю ступень отпуска выполняют, выдерживая ручки крана машиниста в положении I до повышения давления в уравнительном резервуаре до $5,2\text{--}5,4 \text{ кгс/см}^2$.

Использование вспомогательного тормоза локомотива. Для придания плавности процессу движения используют вспомогательный тормоз локомотива как совместно с тормозами состава, так и самостоятельно. При этом во избежание резкого замедления движения локомотива и возникновения больших продольно-динамических сил в поезде на скоростях 50 км/ч и менее тормозить краном вспомогательного тормоза необходимо ступенями, за исключением случая экстренной остановки. Приводя в действие вспомогательный тормоз пассажирских и грузовых локомотивов, следует избегать систематических эффективных торможений с повышением давления в тормозных цилиндрах за один прием более чем до $1,5 \text{ кгс/см}^2$. Если же по условиям ведения поезда необходимо служебное торможение вспомогательным тормозом с давлением в тормозных цилиндрах более $1,5 \text{ кгс/см}^2$, то его производят при гребневых тормозных колодках повторной ступенью после выдержки давления в цилиндрах до $1,5 \text{ кгс/см}^2$ в течение 0,5–1,0 мин.

Обеспечение требований безопасности. Строгое соблюдение правил безопасности движения должно быть одним из основных положений национальных режимов вождения поездов, особенно в режиме тормо-

жения. При подходе к станциям, запрещающим сигналам и сигналам уменьшения скорости машинист обязан заблаговременно привести в действие автотормоза и снизить скорость поезда так, чтобы не допустить проезда установленного места остановки на станции, предельного столбика, а сигнал уменьшения скорости и место действия предупреждения проследовать с установленной скоростью. В случае движения поезда на запланированную остановку торможение следует начинать первой ступенью и после снижения скорости на 25–50 % от начальной при необходимости усиливать торможение. При следовании грузового поезда со скоростью более 80 км/ч и появлении на локомотивном светофоре желтого огня машинист должен привести тормоз в действие, снизив давление в уравнительном резервуаре в груженом поезде на 0,8–1,0 кгс/см², в порожнем – на 0,5–0,7 кгс/см². При меньшей скорости движения и большой длине блок-участков торможение следует начинать с учетом скорости и эффективности тормозных средств на соответствующем расстоянии от светофора.

Проходной светофор с желтым сигнальным огнем необходимо проследовать, соблюдая установленное ограничение максимальной скорости, не допуская ее значительного снижения по сравнению с установленной. При подъезде к запрещающему сигналу или предельному столбику полный отпуск тормозов можно производить только после остановки поезда. Необходимо избегать частых торможений без подзарядки тормозной сети поезда, так как при повторных торможениях это может привести к истощению автотормозов с последующим уменьшением тормозного эффекта. Нельзя отпускать тормоза на высокой скорости перед повторным торможением, так как скорость поезда может превысить установленную, а тормозная сеть к этому моменту не успеет зарядиться. С целью предотвращения истощения автотормозов в поезде при следовании по спуску, на котором выполняются повторные торможения, машинист должен выдерживать между торможениями время не менее 1 мин для подзарядки тормозной сети поезда.

Время непрерывного следования поезда с постоянной ступенью торможения на спуске при включении воздухораспределителей на равнинный режим не должно, как правило, превышать 2,5 мин; при необходимости более длительного торможения следует увеличить разрядку тормозной магистрали на 0,3–0,5 кгс/см² и после достаточного снижения скорости отпустить автотормоза.

§ 18. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ

Свойства электрического торможения. Эффективным средством снижения скорости движения поезда является электрическое торможение. Оно обладает механической устойчивостью, – это обозначает, что тормозная сила автоматически возрастет с ростом скорости. При

пневматическом торможении в таком случае необходимо применять дополнительную ступень торможения снижением давления в тормозной магистрали. Электрическое торможение позволяет значительно повысить безопасность движения поездов, так как при нем пневматические тормоза сохраняются в резерве. Регулирование тормозной силы при электрическом торможении осуществляется достаточно легко и плавно, что позволяет вести поезд по спуску со скоростью, близкой к максимальной допустимой, без перепадов, свойственных пневматическим тормозам. При рекуперативном торможении, кроме того, уменьшается расход электрической энергии на тягу поездов. Количество возвращенной энергии зависит от массы поезда, крутизны уклонов на участке торможения, режима работы электровоза. На равнинных участках экономия электроэнергии при рекуперации может составить около 10 %, на горных участках достигает 25 %. Обеспечивается также экономия тормозных колодок благодаря меньшему их износу вследствие того, что реже применяются механические тормоза; уменьшается также износ бандажей колесных пар тягового подвижного состава. Препятствием для применения электрического торможения могут быть неисправности электрических цепей тягового подвижного состава, наличие в головной части поезда порожних и легковесных вагонов, из-за чего возникает опасность выдавливания вагонов, а при рекуперативном торможении, кроме того, высокий уровень напряжения в контактной сети.

Все грузовые электровозы, кроме ВЛ60^к и ВЛ80^к, пассажирские электровозы и тепловозы некоторых серий, электропоезда ЭР22, ЭР2Р и ЭР2Т оборудованы системой электрического торможения.

Рекуперативное торможение. Его обычно используют с целью поддержания равномерной скорости движения по спускам. Решение о переходе на режим рекуперации машинист принимает с учетом уровня напряжения в контактной сети и расположения локомотива по отношению к тяговому подстанциям. Схема соединения якорей тяговых двигателей выбирается в зависимости от скорости движения поезда. При малой скорости (15–30 км/ч) применяется последовательное соединение якорей тяговых двигателей. В диапазоне скоростей 25–60 км/ч используется последовательно-параллельное соединение, а при скорости 50–55 км/ч и выше – параллельное. На каждом из этих соединений должно выдерживаться определенное соотношение между током возбуждения и током якоря; не более чем 4 при последовательном соединении, 3 при последовательно-параллельном и 2 при параллельном. На электровозах ВЛ8, ВЛ10, ВЛ11 абсолютное значение тока возбуждения не должно превышать 300 А при последовательном и последовательно-параллельном соединениях и 200 А при параллельном. Время работы с током возбуждения свыше 300 А допускается не более 40 мин во избежание недопустимого нагрева обмотки якоря преобразователя. Когда во время движения поезда по спуску в режиме рекуперативного торможения напряжение растет и превышает 3900 В, необходимо несколько уменьшить ток возбуждения и, если

потребуется, привести в действие автотормоза поезда; При снижении напряжения переменного тока в контактной сети до 19 кВ рекуперативное торможение применять не следует.

Машинист обязан заблаговременно проверить на локомотиве работу цепей электрического торможения, т.е. до перегона, где предстоит вести поезд, используя этот вид торможения. Прежде чем включить преобразователь, следует перевести вентиляторы охлаждения тяговых двигателей на режим высокой частоты вращения, затем до подхода поезда к спуску включить преобразователи. Переходить на электрическое торможение следует после того, как локомотив с головной частью поезда начнет движение по спуску.

При высокой скорости движения применяют рекуперацию на параллельном соединении тяговых двигателей. Машинист переводит реверсивную рукоятку в положение „Вперед” и начинает собирать цепи рекуперации с помощью тормозной и главной рукояток контроллера машиниста. Переходить на рекуперативное торможение или переключаться в этом режиме с одного соединения тяговых двигателей на другое можно только при скорости, меньшей той, которая должна автоматически устанавливаться после перехода в режим рекуперации на данном соединении тяговых двигателей. Если скорость движения поезда превышает предусмотренную автоматической характеристикой рекуперативного торможения на установленном для данного участка соединении тяговых двигателей, ее следует уменьшить до необходимого значения с помощью автоматических тормозов поезда и только после этого переходить на режим рекуперативного торможения.

Если поезд следует на рекуперативном торможении со спуска на площадку и вновь на спуск, в конце первого спуска необходимо уменьшить ток возбуждения, чтобы повысить скорость, а после прохождения площадки при вступлении на следующий спуск снова увеличить ток возбуждения.

Реостатное торможение. Для сбора цепей реостатного торможения, например на электровозе ВЛ80^т, машинист переводит главную рукоятку контроллера в нулевое положение, а реверсивную — в соответствующее направлению движения электровоза. Затем при установке тормозной рукоятки в положение П производится сбор цепей реостатного торможения. При переводе рукоятки в положение ПТ осуществляется подтормаживание электровоза, при котором тормозная сила плавно нарастает до 10 тс в течение 1–2 с. При дальнейшем переводе тормозной рукоятки в сектор „Торможение” плавно изменяется выпрямленное напряжение на выпрямительных установках и соответственно меняется ток возбуждения тяговых двигателей, а следовательно, и тормозная сила до значения, которое определяется задатчиком тормозной силы, обеспечивающим 12 равномерных интервалов ее изменения: от 20 до 50 тс. Начинается снижение скорости до значения, заданного тормозной рукояткой и контролируемого по указателю скорости на пульте машиниста. При снижении скорости движения

поезда до значения, заданного по указателю скорости, тормозная сила быстро падает до нуля. Следует иметь в виду, что если скорость движения поезда ниже заданной, то реостатное торможение не осуществляется и на спуске возможен рост скорости.

Для остановочного торможения машинист перемещает тормозную рукоятку в крайнее положение.

При использовании реостатного торможения локомотивная бригада должна учитывать, что имеются ограничения по скорости (110 км/ч), току возбуждения тяговых двигателей (1100 А) и току тормозных резисторов (830 А).

Допускается пневматическое подтормаживание состава в режиме реостатного торможения. Необходимо помнить, что после окончания реостатного торможения во избежание недопустимого нагрева тормозных резисторов можно выключать двигатели вентиляторов охлаждения не ранее чем через 1–2 мин после снятия нагрузки.

Условия применения электрического торможения. Используя электрическое торможение, нельзя допускать превышения скорости движения поезда сверх установленной для данного спуска по автоматическим тормозам. В случае необходимости следует применять автоматические тормоза поезда вместе с электрическим тормозом. Во время электрического торможения нельзя применять вспомогательный тормоз локомотива, за исключением случаев экстренного торможения. Применение вспомогательного тормоза разрешено машинистам лишь тех локомотивов, на которых предусмотрено одновременное применение электрического и вспомогательного тормозов с ограниченным давлением в тормозных цилиндрах. Для предотвращения заклинивания и юза колесных пар при следовании по спускам с большими токами при электрическом торможении необходимо привести в действие песочницу локомотива. Если начавшееся проскальзывание колес не прекращается, следует перевести тормозную рукоятку контроллера в сторону уменьшения тока возбуждения до прекращения проскальзывания и при необходимости усилить торможение поезда автотормозами.

Для уменьшения в грузовом поезде продольных динамических сил перед переходом на электрическое торможение на затяжных спусках крутизной 17 ‰ и более вначале выполняют ступень торможения автоматическими тормозами, снижая давление в магистрали на 0,6–0,7 кгс/см², а после перехода на электрическое торможение при необходимости отпускают автотормоза. При движении грузовых поездов по спускам меньшей крутизны переводить электровоз на режим электрического торможения разрешается без применения автотормозов состава при тормозном токе якоря, соответствующем тормозной силе не более 20 % полной тормозной, с выдержкой этого тока в течение 10–15 с и последующим его увеличением до требуемого значения. В процессе ведения пассажирских и порожних грузовых поездов предварительное применение автоматических тормозов поезда перед переходом на электрическое торможение не обязательно,

если скорость движения поезда соответствует установленной местной инструкцией.

Тормозная сила при электрическом торможении не должна превышать максимальной допустимой по условиям устойчивости подвижного состава на рельсах и ограничения сил продольной динамики в поезде; значение ее устанавливается местной инструкцией. Прекращение электрического торможения производится постепенно, пока тормозной ток не уменьшится до нуля. В этот момент полностью выключают цепи электрического торможения. Во всех случаях произвольного прекращения электрического торможения машинист обязан немедленно привести в действие вспомогательный тормоз локомотива и перейти на торможение поезда автоматическими тормозами, после чего отпустить локомотивный тормоз и вновь перейти на электрическое торможение. В случае повторного прекращения электрического торможения далее следует вести поезд на автотормозах.

Если во время электрического торможения в поезде пришли в действие автотормоза из-за того, что открылся кран экстренного торможения или нарушилась целостность тормозной магистрали, машинист обязан произвести экстренное торможение краном машиниста и на спусках круче 17 ‰ довести силу электрического торможения локомотива до максимального допустимого значения, поставив ручку крана № 254 вспомогательного тормоза в положение I. Это предотвратит наполнение сжатым воздухом тормозных цилиндров локомотива. По мере снижения скорости, когда по амперметру значение тормозного тока якоря будет близко к нулю, машинист должен прекратить электрическое торможение и полностью привести в действие вспомогательный тормоз локомотива.

§ 19. УСТРОЙСТВА БЕЗОПАСНОСТИ

Обеспечение безопасности движения. Это одна из важнейших задач всех работников железнодорожного транспорта. Состояние безопасности принято оценивать по числу случаев брака в работе. В локомотивном хозяйстве состояние безопасности также оценивается числом случаев брака, из которых выделяют проезды запрещающих сигналов. Это наиболее грубые нарушения, допускаемые локомотивными бригадами, их последствиями являются крушения и аварии, сопровождающиеся большим материальным ущербом, а порой и человеческими жертвами. Обеспечение безопасности в значительной степени зависит от надежности машиниста в системе человек—машина, где машиной является современный локомотив. Если вспомнить, что надежностью называют свойство системы выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени, то к машинисту как звену в системе человек—машина предъявляются весьма высокие требования. Удовлетворить эти требования непросто, так как локомо-

тивная бригада работает очень напряженно: обслуживает мощные силовые установки, непрерывно выбирает и осуществляет режим управления этими установками и ведения поезда, перерабатывает огромное количество зрительной и звуковой информации в ограниченное время и выполняет необходимые управляющие воздействия. И все это происходит при нарушении естественного физиологического ритма организма человека (в любое время суток) в условиях высокого уровня шума, вибрации, недостаточной освещенности и др. Работая в таких сложных условиях, машинист должен в ограниченное время найти и осуществить единственно правильное решение, причем это надо делать многократно на протяжении многих часов. Справиться с этим могут не все, возникают ошибки, приводящие к тяжелым последствиям.

Вероятность ошибок возрастает при непредвиденных, необычных ситуациях, когда надо отойти от стереотипов, выработанных длительной практикой. Например, машинист привык к тому, что на определенной станции каждую поездку изо дня в день его поезд пропускают по главному пути или по другому установленному маршруту. Но иногда обстоятельства складываются так, что поезд пропускают по иному маршруту, а некоторые машинисты в этом случае не могут уйти от выработавшегося стереотипа и своевременно отреагировать на изменение условий, тем более если они не были об этом заранее предупреждены. Такая ситуация может возникнуть, даже если машинист не отвлекался от управления локомотивом и сохранял бдительность. Это объясняется тем, как установлено во ВНИИЖГе, что не каждый человек по своим физиологическим особенностям пригоден для управления локомотивом. Необходим профессиональный отбор среди кандидатов в машинисты, которые при обычных способностях нормального здорового человека должны обладать готовностью к экстренному действию, быстротой реакций, высоким вниманием и скоростью его переключения с объекта на объект, эмоциональной устойчивостью.

Анализ случаев нарушения безопасности, возникших по вине локомотивных бригад, показывает, что, помимо профессиональной пригодности, важен высокий уровень профессиональной подготовки. Большая роль в выработке определенных навыков действий машиниста и его помощника принадлежит специализированным тренажерам, имитирующим ведение поезда.

Значительно облегчить труд локомотивных бригад и уменьшить нагрузку на них можно при автоматизации процесса управления локомотивом и ведения поезда.

Контроль бдительности локомотивной бригады с помощью автоматической локомотивной сигнализации (АЛСН). Помимо передачи сигналов с пути на локомотивный светофор, АЛСН обеспечивает и контроль бдительности локомотивной бригады. Контроль проводится однократно и периодически. Однократная проверка бдительности осуществляется звуковым сигналом электропневматического клапана, звучащим при смене сигнала локомотивного светофора на более

запрещающий. Для подтверждения бдительности машинист должен нажать на рукоятку бдительности при движении на желтый, красный с желтым (КЖ), красный и белый огни локомотивного светофора.

Периодическая проверка бдительности осуществляется через каждые 30–40 с при движении на желтый, красный с желтым, красный огни локомотивного светофора со скоростью более 10 км/ч. Если поезд движется на желтый огонь локомотивного светофора со скоростью ниже установленной для проследования желтого огня, то периодическая проверка бдительности не производится. При желтом с красным и красном огнях локомотивного светофора периодическая проверка бдительности производится независимо от скорости движения поезда. При неподтверждении бдительности (машинист не нажал на рукоятку бдительности) и превышении установленной скорости срабатывает автостоп и происходит экстренное торможение, которое не может быть остановлено нажатием на рукоятку бдительности.

При движении по некодированным путям на белый огонь локомотивного светофора периодически через каждые 60–90 с проверяется бдительность машиниста путем подачи звукового сигнала электропневматическим клапаном. Если в течение 7 с машинист не подтвердит свою бдительность нажатием на рукоятку бдительности, произойдет торможение автостопа и поезд остановится.

Устройство контроля бдительности машиниста при движении на запрещающий сигнал. Оно разработано проектно-конструкторским бюро ЦТ МПС с целью повышения эффективности контроля бдительности машиниста при движении к запрещающему сигналу. Одно из устройств (Информационное письмо Р1131Ин) выполнено применительно к АЛС двухсекционных локомотивов, каждая секция которых оборудована своим комплектом АЛС, другое (Информационное письмо Р1179) – для односекционных двухкабинных локомотивов, а также для двухсекционных, имеющих один комплект АЛС на две секции. Повышение эффективности контроля бдительности машиниста достигается тем, что в случае вступления на блок-участок перед запрещающим напольным светофором (при движении по красному с желтым огню локомотивного светофора) машинист при периодических проверках бдительности для того, чтобы нажать дополнительно устанавливаемую рукоятку бдительности, должен встать.

Устройство автоматической остановки поезда. Это устройство, также разработанное ПКБ ЦТ МПС, повышает безопасность движения поездов и предотвращает проезды запрещающих сигналов из-за потери машинистом бдительности. Анализ показывает, что у машинистов вырабатываются рефлекторные действия на звуковой сигнал электропневматического клапана АЛСН, позволяющие им в сонном состоянии нажимать на рукоятку бдительности, отменяя действие автостопа. Чтобы исключить подобные случаи, предусматривается периодическая проверка бдительности с помощью световой сигнализации, предваряющей звуковой сигнал.

Сигнальные лампы мигают с частотой 1,5–4 Гц ярким или тусклым

светом (в зависимости от положения специального тумблера) до свистка, подаваемого электропневматическим клапаном. Если машинист в течение 5–7 с мигания ламп не нажмет на рукоятку бдительности, сработает автостоп, после свистка электропневматического клапана нажатие рукоятки бдительности уже не предотвратит срабатывания автостопа. Для того чтобы он не сработал, машинист должен встать в течение 6–7 с после свистка и нажать на дополнительную рукоятку бдительности, расположенную так, что ее нельзя нажать, сидя в кресле. Если этого не сделать, произойдет экстренное торможение поезда.

Устройство также обеспечивает периодическую проверку бдительности машиниста через 60–90 с с помощью мигающей световой сигнализации при движении поезда по зеленому огню локомотивного светофора, а также по белому огню на некодированном участке. Если поезд движется по желтому огню или красному с желтым на локомотивном светофоре, то бдительность машиниста контролируется через 30–40 с. При этом отменить очередную проверку бдительности, нажав на рукоятку бдительности до подачи светового сигнала, невозможно.

Несколько позже эта система была дополнена устройством, предназначенным для автоматической экстренной остановки поезда при внезапной потере машинистом способности управлять движением поезда (разработка ПКБ ЦТ МПС). Оборудованные им локомотивы можно обслуживать в одно лицо. Устройство обеспечивает контроль скорости 20 км/ч при красном огне локомотивного светофора, контроль скорости движения при красном с желтым огне, однократную проверку бдительности машиниста при сменах огней на локомотивном светофоре, периодическую проверку бдительности через 30–40 с при огнях локомотивного светофора красном, красном с желтым и белом на кодированных участках, периодическую проверку бдительности через 60–90 с при зеленом, желтом и белом огнях локомотивного светофора на некодированных участках. Подтверждение бдительности при периодических ее проверках с предварительной световой сигнализацией обеспечивается нажатием существующей рукоятки бдительности. Если же этого не сделать и начнет звучать свисток электропневматического клапана, машинист должен встать и нажать дополнительную рукоятку бдительности. Кроме того, устройство обеспечивает непосредственную регистрацию красного, красного с желтым, желтого и белого огней локомотивного светофора, а также прекращение периодической проверки бдительности на стоянке после затормаживания локомотива.

Устройство "Дозор" Л132. Оно является более совершенным и конструктивно состоит из трех блоков: автоматики, индикации и регистрации. Помимо функций, выполняемых устройством автоматической остановки поезда, это устройство обеспечивает контроль снижения скорости с момента вступления поезда на блок-участок перед напольным светофором с красным огнем и загорания красного с желтым на локомотивном светофоре. Максимальная допустимая

скорость движения поезда будет составлять 4–6 км/ч на заданном расстоянии от напольного светофора с красным огнем. Если сигнал не откроется и поезд остановится, то привести его потом в движение можно только при постоянном нажатии специальной кнопки, что регистрируется на скоростемерной ленте. Кроме того, система предотвращает самопроизвольное трогание поезда с места, а с помощью специального переключателя на блоке индикации обеспечивает индикацию ускорения и замедления поезда, объективный контроль работоспособности его тормозов при проверке и др.

Устройство контроля бдительности машиниста (УКБМ). Это устройство имеет еще более обширную программу контроля. В состав локомотивных устройств в этом случае входят: педаль бдительности, предназначенная для дублирования функции рукоятки бдительности; две лампы предварительной световой сигнализации красного цвета, установленные на пульте машиниста; переключатель яркости горения ламп предварительной световой сигнализации; лампа пропуска предварительной световой сигнализации, установленная на пульте машиниста; переключатель яркости горения лампы пропуска; кнопка "Сброс/установ. КЖ" и кнопка бдительности.

Устройство выполняет следующие функции: обеспечивает предварительную световую сигнализацию при периодической проверке бдительности машиниста за 6–8 с до начала звукового сигнала; исключает возможность постоянного нажатия машинистом педали или рукоятки бдительности в течение 6–8 с и более; обеспечивает однократное и периодическое подтверждение бдительности машиниста нажатием рукоятки или педали бдительности; позволяет произвести однократную проверку бдительности при смене сигналов локомотивного светофора, за исключением смены на зеленый, по звуковому сигналу электропневматического клапана АЛСН при нахождении реверсивной рукоятки контроллера машиниста в рабочем положении. Если же реверсивная рукоятка контроллера переведена в нейтральное положение, а скорость движения превышает минимальную, контролируемую скоростемером, система переходит в режим, предшествующий экстренному торможению, о чем свидетельствует непрекращающийся звуковой сигнал электропневматического клапана АЛСН.

В случае движения поезда по зеленому или белому огню локомотивного светофора бдительность машиниста контролируется предварительной световой сигнализацией с интервалом 70–90 с. Если машинист отвлекся и почему-либо не нажал рукоятку или педаль бдительности, через 6–8 с электропневматический клапан подаст звуковой сигнал. Нажав рукоятку или педаль бдительности, машинист прекратит звуковой сигнал, но увидит, что загорелась лампа пропуска предварительной световой сигнализации. Это означает, что следующая проверка состоится через 20–25 с; если через 6–8 с после световой сигнализации машинист вторично не нажмет рукоятку или педаль бдительности, система перейдет в режим, предшествующий экстренному торможе-

нию. Об этом свидетельствует непрерывный звуковой сигнал, подаваемый электропневматическим клапаном.

В случае прекращения поступления кодов желтого огня, что может быть, например, при приеме поезда на боковой некодированный путь, на локомотивном светофоре автоматически появляются белый и красный с желтым огни. В этом случае подтверждение бдительности осуществляется как при одном пропуске предварительной световой сигнализации с загоранием лампы "Пропуск". Если машинист своевременно не отреагирует на очередную проверку бдительности, система перейдет в режим, предшествующий экстренному торможению.

Для предотвращения экстренной остановки поезда в случае нарушения порядка подтверждения бдительности при всех показаниях локомотивного светофора, кроме красного с желтым, машинист должен в течение непрерывающегося звукового сигнала продолжительностью 7–8 с успеть нажать рукоятку или педаль бдительности, перевести главную рукоятку контроллера и реверсивную рукоятку в нулевое положение, а затем реверсивную рукоятку в рабочее положение и отпустить рукоятку или педаль бдительности. Если движение осуществлялось по сигналу красного с желтым, дополнительно необходимо кратковременно нажать кнопку "Сброс/установ. КЖ".

Общей чертой всех рассмотренных систем безопасности следует считать наличие жесткой программы проверки бдительности машиниста и необходимости периодического ее подтверждения путем совершения осознанных действий.

Индикатор бодрствования машиниста. Он разработан совместно работниками МИИТа, ВНИИЖГа и ПКБ ЦТ и проходит эксплуатационные испытания на Московской и Октябрьской дорогах. В отличие от рассмотренных устройств индикатор непрерывно контролирует состояние машиниста, но начинает действовать и требует ответных реакций только тогда, когда создается угроза потери бдительности. Индикатор контролирует бодрствование машиниста путем измерения электрического сопротивления его кожи, для чего на пальцы машинист надевает электроды в виде колец. Индикатор состоит из передатчика и приемника; между ними имеется проводная связь либо осуществляется связь по инфракрасному каналу. В случае потери бдительности машинистом осуществляется экстренное торможение поезда.

Система автоматического управления тормозами (САУТ). Она обеспечивает высокую точность управления тяговым подвижным составом при остановочных и регулировочных торможениях. Кроме того, система способна контролировать и регулировать скорость движения поезда и обеспечивать его остановку, не допуская проезда запрещающего сигнала, и, следовательно, является эффективной системой обеспечения безопасности движения, обладающей весьма существенными преимуществами по сравнению с ранее рассмотренными устройствами.

Унифицированная система автоматического управления торможе-

нием поездов (САУТ-У) повышает безопасность их движения, предотвращая проезды запрещающих сигналов; одновременно она создает предпосылки для увеличения пропускной способности участков дорог.

Работая совместно с автоматической локомотивной сигнализацией, система САУТ-У выполняет весьма важные функции. При зеленом локомотивного светофора система контролирует максимальную допустимую скорость движения, например 80 км/ч. Если скорость достигает 78 км/ч, автоматически отключаются тяговые двигатели. Если скорость продолжает расти, то при 80 км/ч автоматически включается первая ступень торможения, а при 82 км/ч – вторая. При достижении скорости 84 км/ч производится экстренное торможение.

При желтом огне локомотивного светофора и движении поезда к напольному светофору с одним желтым немигающим огнем в начале блок-участка система контролирует скорость движения, так же как при зеленом огне. Однако на расстоянии до напольного светофора, равном тормозному пути, автоматически отключаются тяговые двигатели и производится служебное торможение, обеспечивающее установленную заданную скорость следования на желтый огонь в конце блок-участка. Заданная скорость формируется в начале блок-участка на основе информации, передаваемой путевыми устройствами, с учетом измеренной фактической эффективности тормозных средств: для грузовых поездов она может составлять 60, 70 или 80 км/ч.

Если при желтом огне локомотивного светофора поезд следует к выходному светофору с двумя желтыми огнями, что свидетельствует о приеме его на боковой путь, то на необходимом тормозном пути до входного светофора автоматически отключаются тяговые двигатели и производится служебное торможение до заданной скорости проследования входного светофора. Заданная скорость проследования входного светофора при приеме поезда на боковой путь станции передается путевыми устройствами, установленными у предупредительного светофора перед входным, и представляет собой максимальную допустимую скорость движения по стрелочным переводам с учетом допустимых скоростей движения по боковым путям: 25, 40, 50, 80 км/ч.

Если дальнейшее движение поезда происходит по некодированным путям станции при белом огне локомотивного светофора к выходному светофору с запрещающим показанием, система обеспечивает контроль допускаемой скорости движения поезда 50, 40 или 25 км/ч, а на расстоянии до закрытого выходного светофора, равном необходимому тормозному пути, – отключение тяговых двигателей и автоматическое регулирование скорости служебным торможением до полной остановки поезда перед выходным светофором на расстоянии 50 м с точностью ± 40 м.

В случае движения поезда по некодированным станционным путям при белом огне локомотивного светофора безостановочно и открытым выходным светофоре САУТ-У разрешает движение и проследование выходного светофора с установленной скоростью 60, 40 или 25 км/ч.

При красном с желтым огнем локомотивного светофора система на

расстоянии до напольного светофора с красным огнем, равном необходимому тормозному пути, обеспечивает автоматическое отключение тяговых двигателей и регулирование скорости служебным торможением до полной остановки поезда за 50 м до светофора с точностью ± 40 м. Если поезд остановился у напольного сигнала с красным огнем, разрешается дальнейшее движение со скоростью не выше 20 км/ч после нажатия машинистом специальной кнопки. Благодаря непрерывному контролю скорости тяговые двигатели отключаются автоматически при скорости 18 км/ч, при скорости 20 км/ч производится первая ступень служебного торможения, при скорости 22 км/ч – вторая, при скорости 24 км/ч – экстренное торможение. При появлении разрешающего показания на локомотивном светофоре обеспечивается контроль скорости 20 км/ч до конца блок-участка. Во всех остальных случаях изменения сигнала локомотивного светофора на более разрешающее автоматически снимается ограничение скорости и осуществляется переход к программе, соответствующей более разрешающему показанию светофора автоматической локомотивной сигнализации.

На участках с полуавтоматической блокировкой САУТ-У контролирует максимальную допустимую скорость движения и выполняет те же функции, что и при движении по зеленому огню локомотивного светофора при автоблокировке, но на расстоянии до входного светофора с запрещающим показанием, равном необходимому тормозному пути; автоматически отключаются тяговые двигатели и производится регулирование скорости служебным торможением до полной остановки поезда на расстоянии 90 м от входного светофора с точностью ± 80 м. В случае разрешающего показания входного светофора станции разрешается движение и проследование входного светофора с максимальной допустимой скоростью.

Важным достоинством САУТ-У является измерение фактической эффективности тормозных средств поезда и формирование программной скорости движения в зависимости от действительного значения тормозного коэффициента, профиля пути, расстояния до сигнала и показания локомотивного светофора.

Одно из наиболее значимых преимуществ системы перед ранее рассмотренными заключается в том, что она не только не увеличивает нагрузку на локомотивную бригаду, но, наоборот, отменяет контроль скорости и периодические проверки бдительности машиниста, предусмотренные типовым устройством автоматической локомотивной сигнализации.

Кроме того, значительно повышается информированность локомотивной бригады об условиях движения, что очень важно не только с позиции обеспечения безопасности движения, но и реализации рациональных режимов вождения поездов. В частности, на пульт машиниста выдается следующая информация: допустимая скорость в каждой точке пути; заданная скорость проследования напольного светофора, к которому приближается поезд; длина блок-участка или маршрут

приема поезда на станцию в момент проследования путевого светофора, а при дальнейшем движении текущее расстояние до путевого светофора; измеренное значение тормозного коэффициента в движущемся поезде; режимы торможения (1, 2 и 3-я ступени) и отпуск тормозов; включение системы.

§ 20. РОЛЬ ЛОКОМОТИВНОЙ БРИГАДЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Даже самые совершенные технические системы и устройства не могут полностью исключить участие локомотивной бригады в обеспечении безаварийной работы. От уровня дисциплины, ответственности и требовательности к себе машиниста локомотива и его помощника всегда зависит безопасность пассажиров и грузов, бесперебойная работа железнодорожного транспорта.

Обеспечение безопасности движения на железнодорожном транспорте может быть достигнуто только при строжайшем и неукоснительном выполнении требования Правил технической эксплуатации и действующих инструкций.

Наиболее серьезное нарушение, допускаемое машинистами, — проезд запрещающего сигнала, что часто становится причиной аварии и крушения. Для того чтобы предотвратить проезды запрещающих сигналов, важно выработать четкие и устойчивые навыки работы. Особенно важна правильность действий локомотивной бригады при возникновении отклонений от нормальных условий ведения поезда.

Во всех фазах движения поезда необходимо строго выполнять требования различных инструкций.

Отправление поезда со станции при неисправности выходного светофора на участках с автоблокировкой может быть осуществлено по разрешению на бланке зеленого цвета или по пригласительному сигналу на выходном светофоре либо по регистрируемому приказу дежурного по станции. Однако машинист должен помнить, что в этих случаях ему предоставлено право проследовать выходной светофор и вести поезд со скоростью не выше 20 км/ч до первого проходного светофора с особой бдительностью и готовностью немедленно остановиться, если встретится препятствие для дальнейшего следования. Если же поезд необходимо отправить на однопутный перегон или по неправильному пути многопутного перегона, делать это по пригласительному сигналу запрещается.

Отправить поезд при неисправном выходном светофоре на участке с диспетчерской сигнализацией можно только по регистрируемому приказу поездного диспетчера. Если же возникает необходимость отправить поезд при неисправном светофоре и полуавтоматической блокировке, действие ее прекращается и после перехода на телефонную связь машинисту выдается на двухпутном перегоне разрешение на

бланке зеленого цвета, а на однопутном путевая телефонограмма. Для того чтобы в таких случаях предотвратить возможные ошибки локомотивной бригады, дежурный по станции должен предупредить ее по радиосвязи об особом порядке отправления поезда.

При следовании с поездом машинист обязан убедиться в исправной и надежной работе автотормозов поезда. Для этого необходимо выполнить обязательную проверку их действия в пути следования по установленной технологии. Отпуск тормозов после проверки в пути следования должен производиться только после того, как машинист убедится в их нормальном действии. Если же после торможения начальный тормозной эффект не будет получен в установленное время, необходимо произвести экстренное торможение и принять все меры к остановке поезда.

В случае непредусмотренной графиком остановки поезда на перегоне локомотивная бригада должна немедленно оповестить об этом по радиосвязи, указав номер поезда и место его остановки. Если после остановки на перегоне поезд не может продолжать движение, машинист обязан проинформировать об этом дежурного по станции или поездного диспетчера и попросить оказать помощь.

После остановки поезда вследствие схода подвижного состава с рельсов машинист должен немедленно сообщить об этом по радиосвязи, а при выходе за габарит также немедленно принять меры к остановке встречного поезда всеми возможными средствами, а также огрადить место препятствия.

Если остановка поезда произошла в результате самоторможения состава, машинист обязан сказать об этом в сообщении по радиосвязи, отметив также состояние состава и соблюдение требований габарита по соседним путям.

В случае остановки поезда из-за саморасцепа и невозможности при создавшихся условиях соединить части поезда локомотивная бригада должна закрепить от ухода оставшуюся часть поезда и затребовать помощь, указав ориентировочное расстояние между разъединившимися частями поезда.

При ведении поезда машинист должен иметь тормозные средства всегда готовыми к действию, проверять их в пути следования. Нельзя допускать падения давления воздуха в главном резервуаре и в магистрали ниже установленных норм. Необходимо избегать частых торможений без подзарядки тормозной магистрали поезда, так как неполная зарядка влечет за собой при повторных торможениях истощение автотормозов с последующим уменьшением тормозного эффекта.

Для того чтобы предупредить истощение автотормозов в поезде при следовании по спуску, на котором выполняются повторные торможения, необходимо между торможениями выдерживать время, достаточное для подзарядки тормозной магистрали поезда, на что требуется не менее 1 мин.

Если локомотивная бригада обнаружила во встречном проходя-

щем поезде вагон, идущий юзом, или с ползунами, необходимо сообщить об этом по радиосвязи машинисту этого поезда для немедленной остановки. Порядок и скорость дальнейшего следования определяются в зависимости от размера ползунов на колесных парах.

В случае обнаружения в пути следования неисправностей или нарушения нормального действия устройства АЛСН или радиосвязи машинист сообщает об этом дежурному по станции. При отказе и невозможности восстановить работу локомотивных устройств АЛСН машинист обязан доложить об этом поездному диспетчеру и по его приказу вести поезд дальше, руководствуясь показаниями напольных (путевых) сигналов автоблокировки.

При обнаружении неисправности контактной сети в пути следования, когда поврежденные конструкции контактной сети не выходят за пределы габарита подвижного состава, необходимо опустить токоприемники и двигаться так далее до следующего участка секционирования. Необходимо сообщить об этом повреждении по радиосвязи машинисту вслед идущего поезда, дежурному по станции или поездному диспетчеру, указав место и характер неисправности. В случае повреждения токоприемника машинист должен немедленно остановить поезд и сообщить об этом по радиосвязи. Запрещается подниматься на крышу тягового подвижного состава и выполнять там какие-либо работы, так как контактный провод находится под напряжением.

Обнаружив гололед (иней) на контактном проводе, локомотивная бригада должна немедленно сообщить об этом энергодиспетчеру и дополнительно поднять еще один токоприемник. Трогание и следование с поездом или резервом, а также передвижение в пределах станции должны осуществляться на двух токоприемниках.

Необходимо также строго соблюдать требования регламента приема поезда на станцию при запрещающем показании входного сигнала. При автоблокировке, остановив поезд у запрещающего входного сигнала и сообщив об этом по радиосвязи, машинист может ввести поезд на станцию по пригласительному сигналу или с проводником, а также по регистрируемому приказу дежурного по станции, переданному по радиосвязи, или приказу дежурного по станции, переданному по специальному телефону, установленному у входного сигнала. При диспетчерской централизации ввод поезда на станцию в таком случае осуществляется по регистрируемому приказу поездного диспетчера.

Во всех случаях, получив разрешение на проследование запрещающего сигнала, машинист должен вести поезд со скоростью не более 20 км/ч, учитывая видимость свободного участка пути и правильность приготовления маршрута следования, быть бдительным и готовым немедленно остановить поезд, если встретится препятствие для дальнейшего движения.

Для того чтобы предотвратить возможные ошибки локомотивной бригады, дежурный по станции информирует по радиосвязи о порядке приема поезда на станцию, особенно в случаях, отличающихся от обычных.

§ 21. ОХРАНА ТРУДА ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД

Тесно связана с безопасностью движения охрана труда локомотивных бригад. При эксплуатации тягового подвижного состава принимают меры по защите работающих и окружающей среды от воздействия опасных и вредных факторов. Кроме того, локомотивная бригада должна знать и неукоснительно соблюдать требования инструкций по охране труда.

К работе машинистом и его помощником могут быть допущены лица не моложе 18 лет, прошедшие профессиональный отбор и медицинское освидетельствование и выдержавшие экзамен по Правилам технической эксплуатации железных дорог Союза ССР, Инструкции по сигнализации на железных дорогах Союза ССР, Инструкции по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Союза ССР и прошедшие обучение, инструктаж, стажировку, проверку знаний по охране труда.

В процессе движения поезда необходимо внимательно следить за состоянием пути и контактной сети, встречных поездов. При обнаружении посторонних предметов и груза, выходящего за габарит, искрения буксовых подшипников или какого-либо другого повреждения на одном из встречных поездов об этом следует немедленно сообщить машинисту встречного поезда, а также дежурному по ближайшей станции.

Чтобы избежать возможного травмирования грузом, выходящим за пределы габарита, или деталями подвижного состава встречного поезда, при его приближении помощник машиниста должен встать со своего места и отойти к середине кабины. Во время движения нельзя высовываться из окон кабины за пределы ветрового стекла, а также из дверей кабины, за исключением случаев отправления моторвагонного подвижного состава со станции или платформы. Недопустимо также находиться на подножках или других наружных частях локомотива, осматривать и смазывать его движущиеся части, исправлять какие-либо повреждения или производить уборку.

Машинист и его помощник могут сходить с тягового подвижного состава лишь после полной остановки поезда, держась обеими руками за поручни и находясь лицом к кузову; предварительно внимательно осматривают место остановки. В темное время локомотивной бригаде рекомендуется осветить место остановки и убедиться в безопасности выхода.

При встречном движении поездов по смежным путям на перегонах и станциях в темное время обязательно переключают прожектор в положение "Тусклый свет", чтобы не ослеплять локомотивную бригаду встречного поезда. Проследовав головную часть встречного поезда, переключают прожектор в положение "Яркий свет" для осмотра этого поезда.

При скрещении поездов на станции на остановившемся поезде

прожектор выключают, а на движущемся оставляют в положении "Яркий свет". Для того чтобы не ослеплять рабочих, находящихся на путях, после прохода первой входной стрелки прожектор переключают в положение "Тусклый свет", а после проследования последней выходной стрелки его опять переключают на "Яркий свет". При встречном движении поездов по смежным путям на перегонах и станциях нельзя оставлять прожектор выключенным.

При маневровой работе локомотивная бригада обязана обеспечить безопасность маневров, точно и своевременно выполняя полученные задания, внимательно наблюдая за подаваемыми сигналами, слушая и выполняя распоряжения, передаваемые по радио и оповестительной парковой связи. Особенно внимательно следует следить за людьми, находящимися на путях, а также положением стрелок и подвижного состава.

Прожектор маневрового локомотива должен находиться в положении "Тусклый свет".

Проведение всех работ по соединению и разъединению пневматических рукавов, межвагонных, межлокомотивных и межсекционных цепей управления и отопления, по проверке сцепления автосцепок допускается только с личного разрешения машиниста; при этом тяговый подвижной состав должен быть предварительно заторможен, а токоприемники опущены.

Соединение и разъединение электрических межвагонных и межсекционных соединений проводят только при обесточенных цепях управления.

До выполнения осмотра и технического обслуживания тяговых двигателей, вспомогательных машин и электрических аппаратов, расположенных в высоковольтных камерах, шкафах, ящиках, за панелями пульта управления и легкоъемными (без применения инструмента) ограждениями, необходимо остановить локомотив или моторвагонный подвижной состав, привести в действие ручной тормоз и выполнить ряд операций, различающихся в зависимости от типа подвижного состава.

Необходимо отключить быстродействующий выключатель на электровозах постоянного тока или главный выключатель на электровозах переменного тока и опустить токоприемники, выключив соответствующие тумблеры на пульте управления. В том, что токоприемники опущены, следует убедиться визуально. Затем необходимо заблокировать кнопки блоков выключателей на пульте управления специальными ключами и снять их, а также снять реверсивную рукоятку с контроллера машиниста. Блокирующие ключи выключателей и реверсивная рукоятка находятся у лица, производящего осмотр или ремонт оборудования.

Необходимо также закрыть разобщительный кран, перекрыв доступ сжатого воздуха к клапану токоприемника. Кроме того, на электровозах ЧС постоянного тока отключают крышечные разъедините-

ли и убеждаются в том, что нож заземляющего разъединителя находится в положении "Заземлено". На электровозах переменного тока заземляющей штангой заземляют высоковольтный ввод, пользуясь диэлектрическими перчатками. Последняя операция выполняется машинистом совместно с помощником, один из них производит заземление под наблюдением другого. После этого разрешается входить в высоковольтную камеру, снимать ограждения, выполнять осмотр и ремонт, в течение которых двери и шторы ограждения высоковольтной камеры оставляют открытыми.

В этом случае, когда электровозы работают по системе многих единиц, приведенные требования распространяются на каждый из них.

На электропоездах до начала ремонта необходимо опустить все токоприемники и визуально убедиться в этом. Перевести из положения "Автомат" в положение "Ручное — вспомогательный компрессор" воздушные краны токоприемника моторного вагона той секции, которая подлежит осмотру или ремонту. Если имеются крышечные высоковольтные переключки между вагонами, то эту операцию необходимо выполнить на всех моторных вагонах. Все кабины управления и шкафы запирают; ключи от них и реверсивная рукоятка находятся у лица, проводящего осмотр или ремонт.

Запрещается выполнять любые работы, связанные с выходом на крышу электроподвижного состава, без снятия напряжения с контактного провода данного пути и его заземления. Это распространяется также на тепловозы и дизель-поезда, работающие на электрифицированных участках.

Как показывает практика, почти все случаи электротравматизма связаны с нарушением изложенного порядка действий локомотивных бригад. Чаще всего такие ситуации возникают при попытке локомотивных бригад устранить неисправности в электрических цепях тягового подвижного состава как можно быстрее, чтобы не допустить сбоя в движении поездов. Именно в таких случаях спешка особенно опасна, любое нарушение требований техники безопасности может представлять серьезную угрозу жизни и безопасности машиниста и его помощника.

Нужно всегда помнить, что при поднятом и находящемся под напряжением токоприемнике можно выполнять крайне ограниченный перечень работ.

К числу таких работ относится замена перегоревших ламп в кабине машиниста, в кузове без захода в высоковольтную камеру и снятия ограждений, под кузовом электровоза, внутри вагонов электросекций при обесточенных цепях освещения; протирка стекол кабины внутри и снаружи, в лобовой части кузова без приближения к токоведущим частям контактной сети не менее чем на 2 м; смена прожекторных ламп из кабины машиниста; замена предохранителей в предварительно обесточенных цепях управления; осмотр тормозного оборудования и

проверка выхода штоков тормозных цилиндров. Последнюю операцию на электросекциях можно выполнять, не залезая под кузов, а на электровозах ЧС — только на смотровой канаве.

На электровозах, кроме того, дополнительно разрешается также обслуживать аппаратуру, находящуюся под напряжением 50 В постоянного тока, которая расположена вне высоковольтной камеры, вскрывать кожух и настраивать регулятор давления, проверять цепи электронной защиты под наблюдением мастера. Последнюю работу выполняют стоя на диэлектрическом коврик и в диэлектрических перчатках.

Разрешается также проверять подачу песка под колесные пары, обтирать нижнюю часть кузова, осматривать механическое оборудование и производить его крепление, не залезая под кузов, проверять давление в маслопроводе компрессора, регулировать предохранительные клапаны воздушной системы, убирать кабины тамбуров и проходы в машинном отделении. Любые другие работы при поднятом и находящемся под напряжением токоприемнике выполнять категорически запрещено.

Осмотр машинного отделения локомотивов помощником машиниста производится во время движения только с разрешения машиниста. При этом на электровозах переменного тока и серии ЧС машинист должен держать рукоятку контроллера на нулевой или ходовой позиции. Если возникает препятствие движению поезда и необходимость сброса позиций контроллера во время нахождения помощника машиниста в коридоре, для того чтобы уберечь его от травмирования, машинист тумблером отключает главный или быстродействующий выключатель.

При вождении пассажирских поездов локомотивные бригады электровозов, от которых осуществляется электрическое отопление вагонов, должны соблюдать дополнительные требования безопасности. Так, после соединения отопительной системы головного вагона с локомотивом и до момента расцепления ключ от штепсельных межвагонных соединений и ящиков с подвагонной электрической аппаратурой должен находиться у машиниста. При отсутствии ключа машинист не сможет включить отопление состава и привести поезд в движение. Перед отцепкой или прицепкой вагона с электрическим отоплением, осмотром ходовых частей вагонов поезда, разъединением и соединением отопительной системы состава с локомотивом машинист отключает вспомогательные машины, электрическую аппаратуру цепи отопления вагонов, быстродействующий или главный выключатель, опускает токоприемники и после этого передает ключ механику-бригадир поезда.

Соединение отопительной системы поезда с цепями локомотива и разъединение производят работники вагонного депо совместно с механиком-бригадиром в присутствии машиниста. Выпол-

нив соединение, механик-бригадир передает ключ машинисту. В случае разрыва поезда в пути следования машинист немедленно снимает напряжение с целей отопления поезда. Если сработали аппараты защиты отопительной системы поезда на локомотиве, повторное включение отопления допустимо только один раз. При повторном срабатывании защиты последующее включение недопустимо до выяснения и устранения механиком-бригадиром поезда причины, вызвавшей отключение защиты.

Каждый локомотив и каждую единицу моторвагонного подвижного состава обеспечивают в соответствии с технической документацией исправными блокирующими и ограждающими устройствами и другими средствами, к числу которых относятся заземления, защитные корпуса, защитные средства. Кроме того, широко применяют знаки безопасности труда. К ним относятся, например, надписи: "Не открывать при поднятом токоприемнике" — на дверях и съемных щитах высоковольтных камер, на ящиках электрических аппаратов и на стенках щитов измерительных приборов и др.; "Не подниматься на крышу без заземления контактного провода" — на крышках люков или около люков и лестниц, ведущих на крышу электроподвижного состава; "Не подниматься на крышу под контактным проводом" — у лестниц, ведущих на крышу тепловозов и дизель-поездов; "Запрещается пользоваться открытым огнем" — на крышках аккумуляторных ящиков; "Обтирка локомотива дизельным топливом запрещается" — на топливных баках тепловозов и дизель-поездов и др.

На каждом локомотиве имеются необходимые защитные средства: диэлектрические перчатки и ковры, штанги для заземления контактного провода и изолирующие штанги для отключения разъединителей тяговых двигателей на ЭПС; штанги для заземления первичной обмотки тягового трансформатора для ЭПС переменного тока; шумоизолирующие наушники на тепловозах и дизель-поездах; противогазы на тепловозах, оборудованных противопожарной установкой газового тушения.

Кроме того, каждая единица тягового подвижного состава должна иметь комплект противопожарного оборудования, сигнальных принадлежностей и инструмента, состояние которых проверяется при плановых ремонтах.

Локомотивные бригады обучают правилам пользования средствами пожаротушения и способам тушения пожаров. В случае возникновения пожара поезд останавливают и локомотивная бригада приступает к тушению пожара. Нельзя останавливать поезд на мостах, путепроводах, тоннелях и в других местах, где затруднена эвакуация пассажиров и тушение пожара. Поезд должен быть закреплен и при необходимости расцеплен для того, чтобы изолировать горящий локомотив или вагоны. Порядок действий локомотивной бригады при возникновении пожара определяется типом и серией тягового подвижного состава, но общими для всех являются необходимость остановки и

закрепления поезда, отключение электрических машин и аппаратов, аккумуляторной батареи и тушение пожара всеми имеющимися средствами.

На электровозе при возникновении пожара переводят рукоятку контроллера в нулевое положение, выключают быстродействующий или главный выключатель, а также кнопки вспомогательных машин, опускают токоприемник, отключают аккумуляторную батарею. При этом необходимо убедиться, что токоприемники опустились и контактный провод, который может быть пережжен, не касается крышевого оборудования или крыши.

Если токоприемник нельзя вывести из поднятого положения или оборванный контактный провод соприкасается с электровозом, допускается открыть двери высоковольтной камеры, чтобы включился заземляющий контактор.

При возникновении пожара на тепловозе или дизель-поезде рукоятку контроллера машиниста переводят в нулевое положение и останавливают дизель. Затем выключают все кнопки на пульте управления, рубильники вспомогательных машин и аккумуляторной батареи, останавливают и затормаживают поезд и подают сигнал пожарной тревоги.

На тепловозах, оборудованных автоматической газовой установкой пожаротушения, локомотивная бригада уходит в кабину и плотно закрывает за собой двери.

При пожаре в электропоезде локомотивная бригада выключает контроллер, отключает вспомогательные машины, опускает все токоприемники, отключает выключатель управления (на электропоездах постоянного тока) или главный выключатель (на электропоездах переменного тока). Остановив поезд и обеспечив его удержание на месте, при необходимости оповещают по радиосвязи пассажиров и организуют их эвакуацию из вагонов, которым угрожает опасность. Заперев кабину, из которой осуществлялось управление, и убедившись, что токопроводящие части контактной сети не касаются кузовов вагонов, ставят кран воздухопровода токоприемника в горячей секции в положение "Ручное (вспомогательный компрессор)" и начинают тушить пожар.

Если пожар не может быть ликвидирован своими силами и средствами, необходимо затребовать пожарный поезд. До его прибытия локомотивная бригада расцепляет состав и изолирует горящий локомотив или вагон от других вагонов, деревянных строений и других сооружений.

Члены локомотивной бригады должны уметь оказывать первую медицинскую (доврачебную) помощь при несчастных случаях. От того, насколько быстро и квалифицированно она оказана, зависит здоровье и даже жизнь пострадавшего. Поэтому машинист и его помощник должны знать основные признаки нарушения жизненно важных функций организма человека, общие принципы оказания первой

помощи и ее приемы применительно к характеру полученного пострадавшим поражения, основные способы переноски и эвакуации пострадавших.

Каждый член локомотивной бригады должен уметь оценивать состояние пострадавшего и определять, в какой помощи в первую очередь он нуждается, выполнять искусственное дыхание и закрытый массаж сердца; при ранениях – останавливать кровотечения различными методами, при переломах, ушибах и вывихах – обеспечивать создание покоя (иммобилизацию) поврежденной конечности; принимать необходимые меры при обморожениях, ожогах, отравлениях и т. п.

Умение оказывать первую помощь должно стать частью общей профессиональной подготовки локомотивных бригад.

Глава 4. ОСОБЕННОСТИ ВОЖДЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ

§ 22. ПРИЕМКА ЛОКОМОТИВА И ПОДГОТОВКА ЕГО К РАБОТЕ

Рассмотрим порядок приемки и подготовки локомотива – важнейший элемент работы локомотивной бригады – на примере электровоза ВЛ10.

До начала приемки локомотива бригада должна ознакомиться с приказами, распоряжениями, указаниями и предупреждениями, относящимися к безопасности движения поездов, технике безопасности, и пройти медицинский осмотр. Получив от дежурного по депо маршрутный лист и ключи от электровоза, локомотивная бригада обязана проверить соответствие ключей по клеймам номеру электровоза, указанному в маршрутном листе. Идти к электровозу необходимо по установленному маршруту.

Перед приемкой следует убедиться в том, что электровоз заторможен ручным тормозом или под его колеса подложены башмаки и он не может самопроизвольно сдвинуться с места.

Поднимаются на электровоз и сходят с него, повернувшись к нему лицом и держась обеими руками за поручни.

Приемку электровоза локомотивная бригада производит в соответствии с требованиями ПТЭ и должностных инструкций. Машинист и помощник должны убедиться в исправном состоянии следующего оборудования: токоприемников, тяговых двигателей и вспомогательных машин, групповых переключателей, быстродействующих выключателей силовых и вспомогательных цепей, электропневматических и электромагнитных контакторов, защитных реле, ходовых частей и других деталей механического оборудования, цепей управления, устройств автостопа и радиосвязи, сигнальных принадлежностей и инструментов, песочницы, пневматического оборудования. Необходимо также проверить запас песка и убедиться в том, что собраны электрические цепи.

При приемке локомотивная бригада проверяет наличие и состояние защитных средств, сроки их освидетельствования, противопожарные средства, убеждается в наличии смазочных материалов.

Необходимо спустить воду из главных и вспомогательных резервуаров, маслоотделителей, холодильников, а также проверить уровень масла в картерах компрессора.

После запуска компрессоров проверяют срабатывание регулятора давления при автоматическом возобновлении работы компрессоров по величине давления в главных резервуарах. Нельзя закрывать и открывать краны, ударяя по ним молотком или другими предметами.

Проверяют производительность компрессоров по времени наполнения главных резервуаров с давления 7 до 8 кгс/см²: оно должно быть не более 35 с для каждого компрессора. Производят заправку скоростемерной ленты, при этом проверяют качество записи и при необходимости заменяют писцы; заводят часы скоростемера. Проверяют зарядное давление в тормозной магистрали; при поездном положении ручки крана машиниста оно должно быть 5,3–5,5 кгс/см².

Плотность уравнительного резервуара крана машиниста усл. № 394 оценивают, установив ручку крана в положение IV по падению давления воздуха: оно должно составлять не более 0,1 кгс/см² за 3 мин.

Плотность кольца уравнительного поршня крана машиниста усл. № 394 проверяют, установив ручку крана в положение IV. При полностью открытом концевом кране тормозной магистрали давление в уравнительном резервуаре не должно понижаться.

Регулируют стабилизатор по падению давления в уравнительном резервуаре с 6,0 до 5,8 кгс/см² за 100–120 с на локомотивах, оборудованных сигнализатором разрыва тормозной магистрали с датчиком № 418. Сигнализатор в процессе перехода с повышенного давления на нормальное срабатывать не должен.

В зимнее время проверяют, проходит ли воздух через блокировочное устройство № 367. Проверяют также выход штоков тормозных цилиндров: при давлении в них 3,8–4,0 кгс/см² он должен быть в пределах 75–100 мм.

Определяют плотность напорной магистрали (давление в ней должно снижаться не более чем на 0,2 кгс/см² в течение 3 мин) и плотность тормозной магистрали (не более 0,2 кгс/см² в течение 1 мин).

Проверяют также подачу песка в зону сцепления колеса с рельсом. Песочные трубы должны быть направлены именно в эту зону, а форсунки отрегулированы на подачу 400–700 г/мин песка под ось летом, 900–1500 г/мин в зимний период.

При осмотре экипажной части локомотива убеждаются в том, что установлены все необходимые шплинты и предохранительные скобы, отсутствуют трещины в буксовых поводках, исправны бандажи колесных пар, на них нет подрезов, выбоин, недопустимого проката.

Оценивают состояние автосцепки: провисание должно быть не более 10 мм, задиры – не более 3 мм, зазор между розеткой и хвостовиком – не менее 25 мм, изгиб клина – не более 3 мм, толщина клина – не менее 78 мм, расстояние между упором головки и розеткой – 70 мм (при полностью выдвинутом положении головки).

При проверке рессорного подвешивания убеждаются в исправном состоянии подвесок буксовых рессор, в отсутствии трещин в листах,

хомутах листовых рессор и витках спиральных пружин, отсутствии ослабления листов в хомуте, сдвига рессор, в наличии гаек, шплинтов.

Осматривая тормозную рычажную передачу, обращают внимание на состояние тормозных колодок и башмаков, износ тормозных колодок, убеждаются в отсутствии в них сквозных поперечных трещин, сползания колодок за наружную грань бандажа (более 10 мм), в правильности постановки клиньев в тормозных башмаках.

После прицепки электровоза к составу, зарядив тормозную магистраль поезда сжатым воздухом, производят опробование автотормозов. Проверяют правильность оформления поездных документов. Убедившись в разрешающем показании выходного (маршрутного) светофора, выполнив регламент минутной готовности перед отправлением, локомотивная бригада может привести поезд в движение.

Минутная готовность заключается в следующем: помощник машиниста, закончив все операции по уходу за локомотивом, выписав и сверив с машинистом выданное предупреждение, убедившись в правильности приготовления маршрута отправления, разрешающем показании выходного маршрутного светофора, стоя на своем рабочем месте, объявляет машинисту: "Проверяем целостность тормозной магистрали, радио включено, АЛСН включена, маршрут отправления приготовлен правильно, сигналов остановки с пути и поезда нет, зеленый (желтый) с 1-го пути." Машинист, убедившись в правильности полученной информации, ставит кратковременно ручку крана машиниста в положение I, затем переводит в положение II, кратко повторяет полученную информацию и, не получив замечаний, приводит поезд в движение. Минутная готовность выполняется перед отправлением с любой станции.

§ 23. ТРОГАНИЕ И РАЗГОН ПОЕЗДА

Переведя рукоятку контроллера машиниста на 1-ю позицию и почувствовав натяжение между автосцепками локомотива и первого вагона, машинист, с интервалом в 1 с, переводит рукоятку на 2-ю и 3-ю позиции. Затем с выдержкой 2–3 с, предупреждая прекращение начавшегося движения поезда (в движение приходят примерно 15–20 вагонов), переводит рукоятку контроллера на 4-ю позицию. В этот момент ток по амперметрам составляет приблизительно 300 А.

Как правило, все приемо-отправочные пути станций загрязнены мазутом, и увеличение тока тяговых двигателей более 300–350 А приводит к срыву сцепления колес с рельсами, т. е. к боксованию и резкому уменьшению силы тяги. Это нежелательно, так как при трогании с места хвостовая часть еще не начала движения. Поэтому до

перевода рукоятки контроллера на следующие позиции машинист, предупреждая боксование, подает кратковременно песок. После преследования головой поезда расстояния 10–15 м хвостовая часть, придя в движение, замедляет общее движение поезда. Для того чтобы предотвратить возможную остановку, машинист переводит рукоятку контроллера на следующие позиции, увеличивая тем самым ток тяговых двигателей. Нарастание скорости свидетельствует о том, что весь поезд пришел в движение. Любой резкий перевод рукоятки контроллера на более высокие позиции без выдержки на каждой из них может привести к обрыву поезда. Умение трогать поезд с места приходит не сразу, очень важно постепенно обучать этому будущих машинистов в период работы их помощниками.

Когда машинист убедится, что весь поезд пришел в движение, дальнейший разгон он производит, переводя рукоятку контроллера на следующие позиции, увеличивая ток до 400–500 А. При этом необходимо помнить, что подача песка при движении по стрелочным переводам запрещена; поэтому при возникновении боксования следует переходить на более низкие позиции контроллера. Боксование легче не допустить, чем остановить. Сложилось ошибочное понятие, что боксование можно прекратить подачей песка. В действительности подача песка после начала боксования приводит лишь к выходу из строя тяговых двигателей, колесных пар и других элементов экипажа.

Сложнее осуществить трогание поезда с пути, расположенного на подъеме. Поезд в этом случае растянут, и трогание его осуществляется при токах 600–700 А. Скорость увеличивается очень медленно, поэтому для того чтобы не допустить при металлокерамических накладках токоприемника местного нагрева контактного провода, приводящего к его пережогу, приходится обязательно поднимать второй токоприемник. При этом машинист должен четко выполнять требования по предупреждению обрыва поезда.

Если поезд стоит на станции, то, согласовав с дежурным по станции, машинист начинает движением назад сжимать поезд и одновременно применяет ступени торможения краном машиниста. Нажав кнопку "Электрическая подача песка", он подает песок под первую по ходу движения колесную пару.

Затем машинист переводит ручку крана машиниста в положение I и повышает давление в тормозной магистрали до 6,0–6,2 кгс/см²; через 40–50 с он устанавливает реверсивную рукоятку в положение "Вперед" и начинает набор позиций контроллера, постепенно растягивая поезд и приводя его в движение. Набор позиций контроллера производят с интервалом в 1–2 с с выдержкой при достижении тока 600–650 А, пока поезд не придет в движение. Начиная с момента перевода рукоятки контроллера на 1-ю позицию, песок подают непрерывно. Это обеспечивает плавное взятие поезда с места, так как тормоза хвостовой части поезда будут отпускать медленнее, и тем

самым достигается как бы поочередное приведение в движение каждого вагона. При этом и вероятность пережога контактного провода будет минимальной, так как локомотив движется, а не стоит на месте.

Характерной ошибкой малоопытных машинистов при трогании поезда с места является попытка резкого увеличения силы тяги до значения, превышающего силу сцепления колес с рельсами; это приводит к возникновению боксования. Машинист вынужден уменьшать ток и интенсивно подавать песок. В результате из-за уменьшения силы тяги и создания дополнительного сопротивления движению скорость резко снижается. Машинист, стремясь компенсировать потерю скорости, вновь без соответствующей выдержки рукоятки контроллера на позициях резко увеличивает силу тяги, что снова приводит к боксованию, а затем и к остановке поезда.

Для того чтобы этого не случилось, машинист должен оценить, при каком токе начинается боксование колес его электровоза на данном профиле при реальных метеорологических условиях, и поддерживать ток на 10–20 А ниже этого значения. Чтобы температура нагрева пусковых резисторов не превысила допустимую, следует включить вентиляторы на "высокую скорость" и, запасаясь терпением, осуществлять разгон, подавая песок перед каждым переводом контроллера на следующую позицию, и помня, что излишний песок на рельсах увеличивает дополнительное сопротивление движению поезда.

Переход с соединения С на СП производят после применения ступеней ослабления возбуждения. Это, во-первых, экономичнее, а во-вторых, уменьшает реакцию поезда при управлении из второй кабины (в момент перехода на СП второй кузов временно работает в генераторном режиме), к тому же снижается возможность возникновения боксования.

§ 24. ВЕДЕНИЕ ПОЕЗДА ПО ПЕРЕГОНУ

При следовании по затяжному подъему необходимо постоянно следить за током тяговых двигателей и принимать все меры к недопущению боксования. К началу подъема следует подходить с максимальной допустимой скоростью, тогда за счет кинетической энергии поезда в течение длительного времени ток не достигнет значения, при котором происходит боксование колесных пар.

Машинист должен стремиться избегать каких-либо резких действий: резкий сброс нагрузки или, наоборот, резкое увеличение силы тяги вызывает продольные динамические силы в поезде. Для снижения их, особенно в длинносоставном поезде, желательно вести поезд в растянутом состоянии. Необходимо добиваться, чтобы все переходы из режима в режим происходили плавно и не менее чем за 30 с.

Рассмотрим режим управления электровозом ВЛ10 при ведении поезда по одному из участков (рис. 29). Данный участок характеризу-

ется равнинным профилем пути. На первом перегоне *К-В* поезд следует на последовательно-параллельном соединении тяговых двигателей при ступени ослабления возбуждения ОПЗ или ОП4. По мере приближения к подъему на 85-м километре следует переводить тяговые двигатели на параллельное соединение при ступени возбуждения ОП2. При следовании по 87–88-му километрам используется последовательно-параллельное соединение тяговых двигателей при ступени ослабления ОПЗ и только перед подъемом на 88–89-м километрах до станции *В* вновь используется параллельное соединение двигателей, так как на 89-м километре возникает опасность боксования колесных пар. Поскольку станция *В* расположена на площадке и далее имеется уклон до 3%, тяговые двигатели вновь переводят на последовательно-параллельное соединение, на котором следование осуществляется до 97-го километра при использовании различных ступеней ослабления возбуждения. Поскольку на 98–101-м километрах перегона *В-П* расположен подъем крутизной до 3%, на который желательно вступить с максимальной скоростью, тяговые двигатели вновь переводят на параллельное соединение с использованием ступени ослабления возбуждения. В таком режиме поезд следует почти до станции *П*, расположенной на площадке. При этом необходимо учитывать, что при следовании по 100-му километру возникает опасность боксования.

На 101-м километре тяговые двигатели переводят на последовательно-параллельное соединение при ступени ослабления возбуждения ОП4 и в таком режиме следуют до станции *П* и далее по перевалистому профилю перегона *ПГ* до 114-го километра. Чередование спусков и подъемов делает 114–116-й километры опасными в отношении разрыва поезда, а 114-й километр – в отношении боксования колесных пар.

На 115-м километре расположен подъем крутизной 6,5%, для его преодоления используется кратковременно параллельное соединение тяговых двигателей на ступени ОП2, после чего они вновь переводятся на последовательно-параллельное соединение.

Такой режим ведения поезда позволяет проследовать участок при незначительном колебании средней скорости движения, что обеспечивает экономное расходование электрической энергии на тягу поездов. На перегоне *К-В* средняя скорость движения составляет 56 км/ч, на перегоне *В-П* – 60 км/ч, *П-Г* – 61 км/ч.

Вождение грузовых поездов электровозами на участках, где профиль имеет подъем большой крутизны, но малой протяженности, осуществляется с использованием кинетической энергии, накопленной составом перед подъемом. При движении по подъему скорость падает по мере использования кинетической энергии, растут токи тяговых двигателей; когда они приближаются к максимальным, переходят на низшие позиции регулирования. Обычно перед подъемом стараются выбрать как можно более высокие позиции ослабления возбуждения тяговых двигателей при их параллельном соединении для того, чтобы ступеней снижения тока было больше. Однако не всегда можно реали-

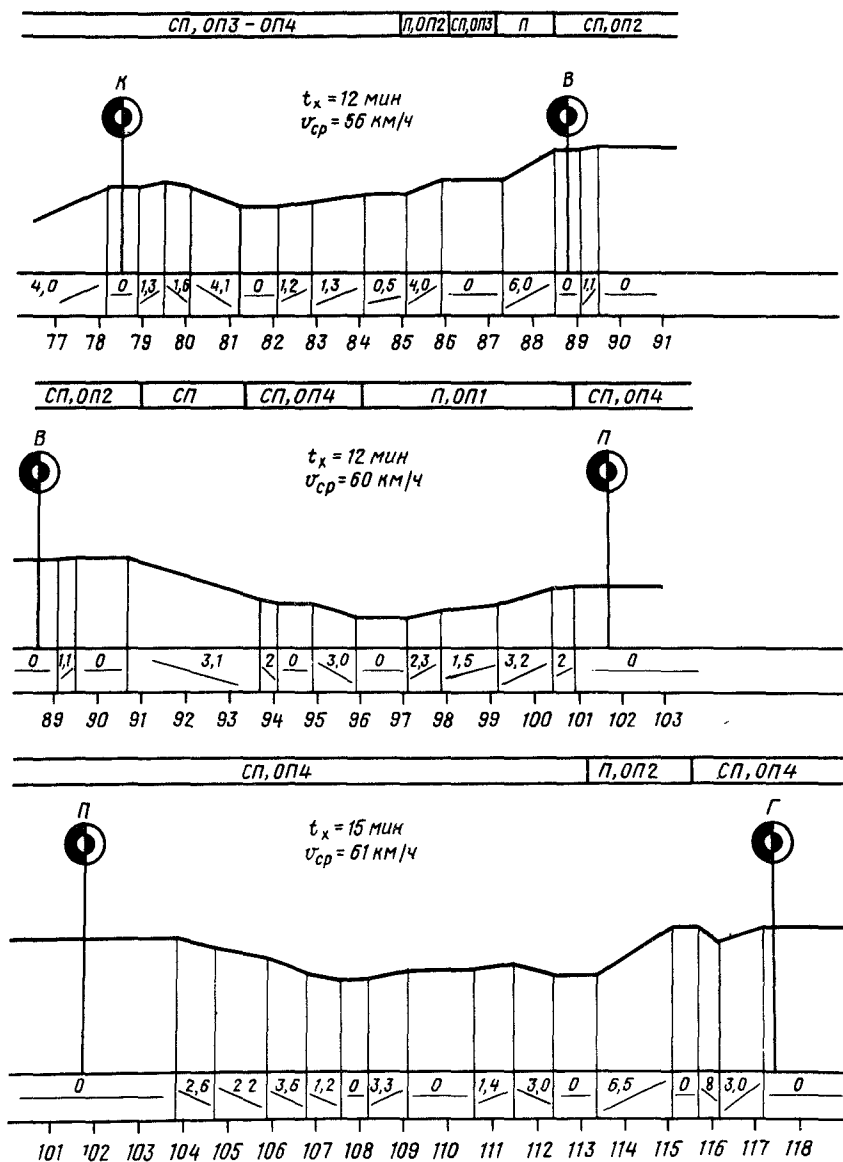


Рис. 29. Кривые, характеризующие режим ведения грузового поезда на равнинном участке

зывать высокие ступени регулирования, например из-за низкого напряжения в контактной сети или малой мощности тяговой подстанции, когда на подъеме одновременно находятся два грузовых поезда, масса каждого из которых близка к максимальной.

Для примера рассмотрим режим движения поезда на другом участке, а именно между станциями (рис. 30). На этом перегоне от 160-го до 165-го километра расположен подъем протяженностью 5 км крутизной 10,3 ‰. Сопоставим режимы ведения поездов массой 4253 (кривые 1) и 4265 т (кривые 2).

Анализ начинаем с момента трогания на станции. В первой поездке (кривые 1) машинист осуществлял разгон поезда на ломаном профиле пути (спуски от 3,3 до 8,5 ‰ и подъемы от 1,0 до 8,4 ‰); на все переключения вплоть до перехода на параллельное соединение тяговых двигателей потребовалось 5 мин. При этом скорость движения поезда возросла от 0 до 48 км/ч. От 136-го до 141-го километра машинист вел поезд на параллельном соединении тяговых двигателей в течение 5 мин, скорость за это время увеличилась до 77 км/ч. На 141-м километре машинист переключил двигатели на последовательно-параллельное соединение и применил ступень ослабления возбуждения ОП4. На этом соединении он вел состав 1,5 мин до 143-го километра. Скорость снизилась до 65 км/ч. Начиная со 143-го километра, поезд шел по спуску в режиме выбега со скоростью 70–65 км/ч, тормоза не применялись.

Переход в режим тяги машинист начал осуществлять, применив параллельное соединение, на 149-м километре; при этом скорость составляла 40 км/ч. Затем для поддержания скорости в пределах 70–80 км/ч машинист применял различные ступени ослабления возбуждения. На 158-м километре был осуществлен переход на выбег, так как перед руководящим подъемом на 161–167-м километрах находится спуск 8,0–9,0 ‰, и машинист выбрал такой режим, при котором поезд к началу подъема подошел со скоростью 77 км/ч. Набор позиций машинист начал на 160-м километре и выбрал параллельное соединение тяговых двигателей со ступенью ОП3 на 161-м километре. По мере роста токов тяговых двигателей машинист переходил на ступени ослабления ОП2, ОП1 возбуждения и далее на полное возбуждение. При этом минимальная скорость выхода с подъема составила 43 км/ч на 165-м километре при силе тяги 40 тс. На 168-м километре начинается спуск к станции, и машинист переводит электровоз в режим выбега при скорости 45 км/ч, следуя на желтый сигнал входного светофора. На 170-м километре было применено рекуперативное торможение на последовательно-параллельном соединении тяговых двигателей и 4, 6, 7-й позициях тормозного контроллера. Рекуперация проводилась до 172-го километра. Затем электровоз следовал на выбеге по желтому входному светофору станции, торможение проводилось на 173-м километре, остановка на станции.

Во второй поездке (кривые 2) разгон осуществлялся до 135-го километра с выходом на параллельное соединение тяговых двигателей. При этом скорость достигла 49 км/ч за 6 мин. Со 135-го до 141-го

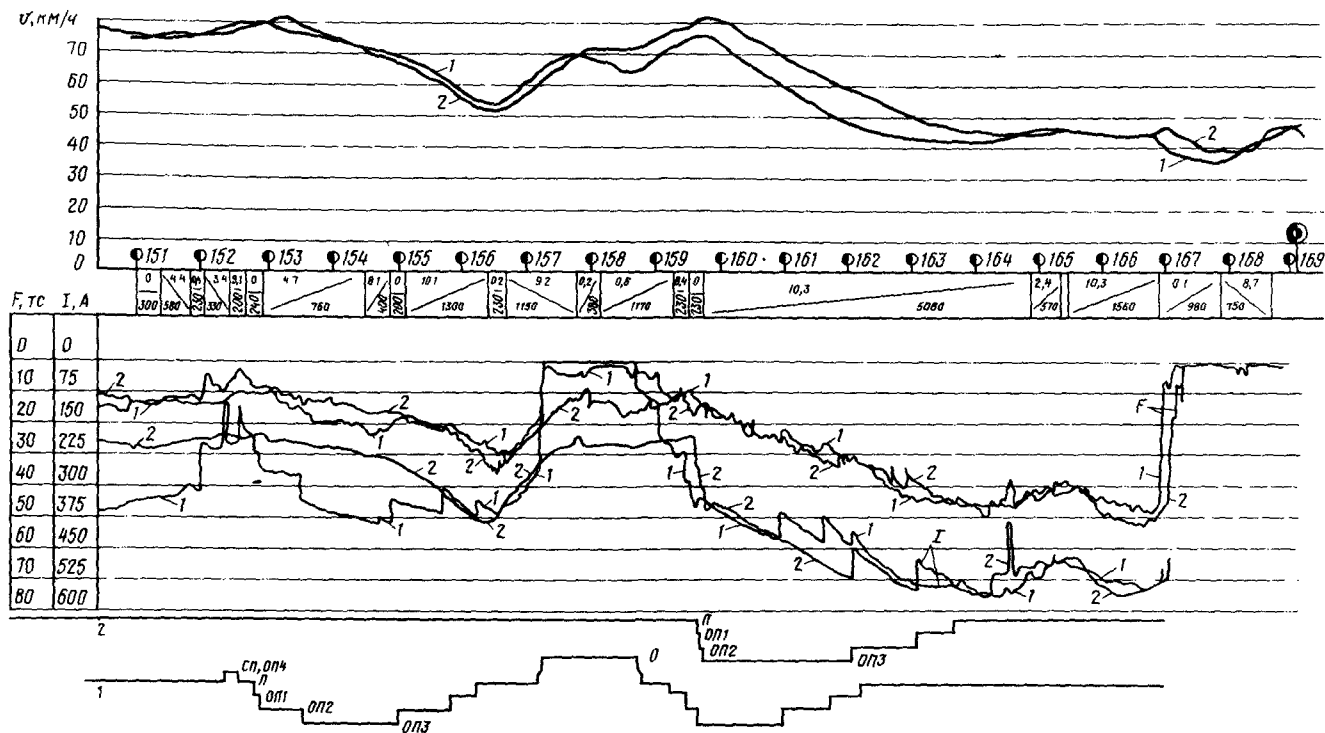


Рис. 30. Результаты опытных поездок с поездами, ведомыми электровозами ВЛ10 (с динамометрическим вагоном)

километра машинист вел поезд на параллельном соединении двигателей в течение 6 мин. На 142-м километре были опробованы тормоза на эффективность со снижением скорости до 47 км/ч. На 143-м километре производился интенсивный набор позиций в течение 0,5 мин до перехода на параллельное соединение. Скорость возросла до 58 км/ч.

В этом режиме поезд проследовал станцию и на 153-м километре развил скорость 80 км/ч. В том же режиме поезд преодолел короткий подъем крутизной 8–10 ‰, к 157-му километру скорость снизилась до 51 км/ч; затем поезд разогнался на легком профиле 157–161-го километров до 80 км/ч. На 160-м километре при скорости 80 км/ч машинист перешел на параллельное соединение двигателей при ОПЗ. По мере возрастания токов тяговых двигателей постепенно переходят на полное возбуждение. Скорость выхода с подъема составила 45 км/ч на 165–168-м километрах при силе тяги на автосцепке 51 тс.

Со 168-го до 170-го километра электровоз следовал на выбеге, затем был применен режим рекуперации на последовательно-параллельном соединении (4, 6, 11, 12, 15-я позиции) до 173-го километра и далее – последовательное соединение до остановки на станции.

Сравнивая режимы ведения двух этих поездов по подъему на 161–167-м километрах, можно отметить, что в первой поездке поезд подошел к подъему на выбег со скоростью 77 км/ч и машинист применил параллельное соединение (II) тяговых двигателей при ступени ОПЗ ослабления возбуждения на 161-м километре при скорости 70 км/ч. Машинист второго поезда подошел к подъему на параллельном соединении тяговых двигателей со скоростью 80 км/ч и при этой скорости на 161-м километре перешел на режим II, ОПЗ. В этом режиме первый поезд следовал 1,5 мин и достиг скорости 62 км/ч, второй за 1,8 мин развил скорость 58 км/ч. Переход с ОПЗ на ОП2 на первом поезде осуществлен при токе тяговых двигателей 420 А, на втором – 500 А.

В режиме II, ОП2 первый поезд шел 0,7 мин, пока не развил скорость 55 км/ч, ток двигателя достиг 430 А, а второй поезд за 1 мин развил скорость 59 км/ч, и ток двигателя достиг 540 А.

В режиме II, ОП1 поезда шли соответственно 0,7 мин до скорости 49 км/ч и тока двигателя 430 А и 1,7 мин до скорости 45 км/ч и тока 570 А. В режиме полного возбуждения оба поезда осуществляли выход с подъема, однако следует отметить, что у второго поезда кинетическая энергия использовалась лучше. Это определяется большей скоростью подхода к подъему и меньшим временем движения по подъему с полным полем возбуждения двигателей.

Обе поездки являются характерными для преодоления подъемов с использованием кинетической энергии поезда, масса которого ограничена по условию сцепления колес с рельсами. Поэтому машинисты максимально разгоняют состав на спуске, предшествующем подъему. Расчетная по сцеплению масса поезда при движении по подъему 10,3% с установившейся скоростью меньше, чем удалось реализовать в опытных поездках.

Сравнение показывает, как влияет использование кинетической

энергии на изменение скорости движения при следовании по подъему. В первом случае скорость поезда при подходе к подъему была ниже и переходы с ослабленного возбуждения на полное осуществлялись до достижения максимальных токов, что привело к более раннему выходу локомотива в режим движения с равномерной скоростью.

Аналогично выполняется ведение поезда электровозом переменного тока (рис. 31).

Рассмотрим режим ведения поезда по перегону с руководящим подъемом 8,4‰ (см. рис. 31).

В первой поездке трогание с места поезда массой 5080 т осуществлялось при силе тяги 67 тс. Разгон поезда производится интенсивно: до 4-й позиции – 0,8 мин, с 4-й до 9-й – 0,4 мин, с 9-й до 13-й – 0,8 мин, с 13-й до 17-й – 0,3 мин, с 17-й до 21-й – 0,4 мин и до 25-й – 0,2 мин. Общее время разгона до 29-й позиции составило 3,5 мин. Интенсивность разгона 14 км/ч за 1 мин. После выхода на ходовую 29-ю позицию машинист начал постепенно применять ослабление возбуждения вплоть до ОПЗ. При этом режиме поезд достиг скорости 78 км/ч за 6 мин с момента начала движения (360-й километр).

Следуя по подъему (360–368-й километры), машинист перешел на режим 29 (позиция контроллера), П, ОП2 при скорости 60 км/ч и силе тяги 37 тс. На 366-м километре он применил ступень ОП1, на 367-м – полное возбуждение и затем 25-ю ходовую позицию. Скорость при выходе с подъема составила 44 км/ч.

Во второй поездке масса поезда была 5070 т. Перед станцией на 356-м километре машинист применил реостатное торможение при желтом сигнале на входном светофоре. Скорость поезда снизилась до 21 км/ч. После смены сигнала светофора на зеленый машинист начал разгон поезда на 29-й позиции на 358-м километре, затратив 3,3 мин. Далее машинист применил ослабление возбуждения вплоть до ОПЗ, при этом скорость входа на подъем составила 77 км/ч. На 363-м километре осуществлен переход в режим 29, П, ОП2 при скорости движения 72 км/ч, затем на 25, П, ОП1 и 29, П, НП. Выход с подъема осуществлялся со скоростью 41 км/ч при силе тяги 42 тс.

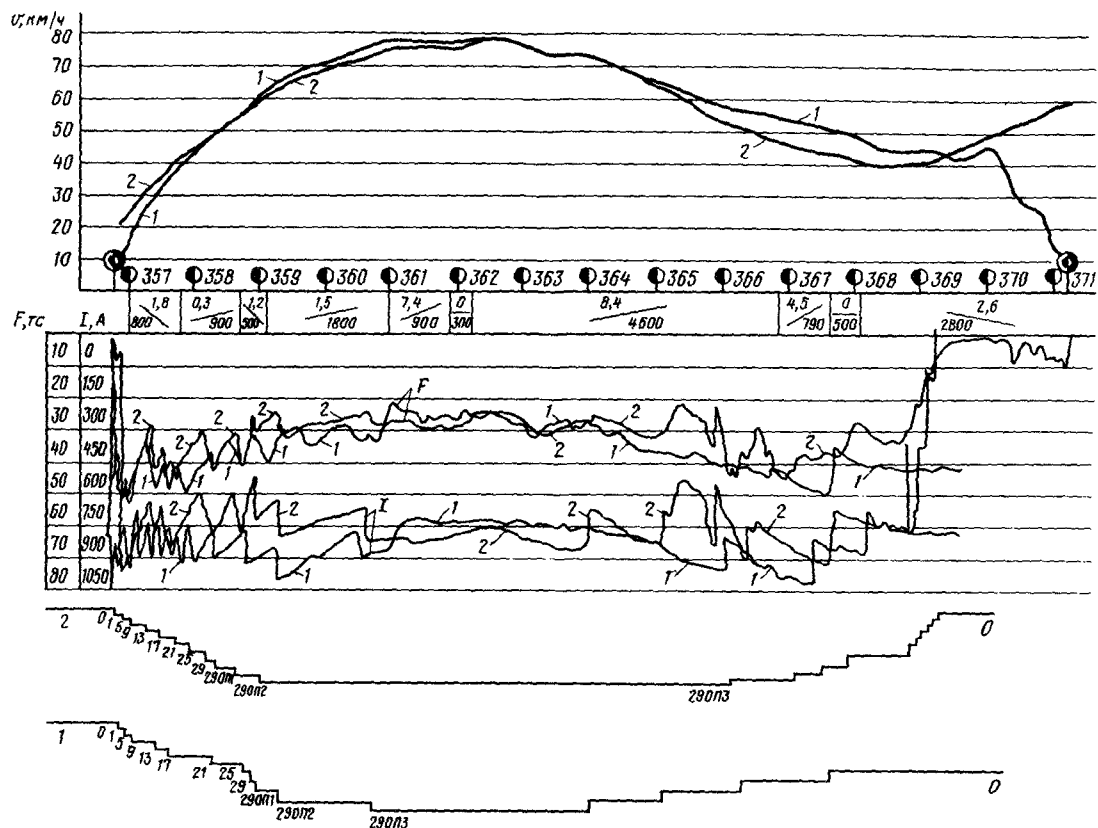
Расход электроэнергии при движении по перегону в первом случае составил 1080 кВт·ч, во втором – 960 кВт·ч.

Накопление и использование кинетической энергии при ведении поезда позволили провести по руководящему подъему состав массой 5080 т при действующей норме 4500 т.

Для электровозов переменного тока ограничивающим фактором является повышенное напряжение в контактной сети, что не позволяет применять для разгона и поддержания скорости движения высшие позиции регулирования по потенциальным условиям на коллекторе тяговых двигателей.

Рассмотрим преодоление подъема грузовым поездом с тепловозом 2ТЭ10_м (рис. 32).

В первой поездке (кривая 1) масса поезда составляла 3938 т. Станцию проследовали со скоростью 46 км/ч, к началу подъема скорость



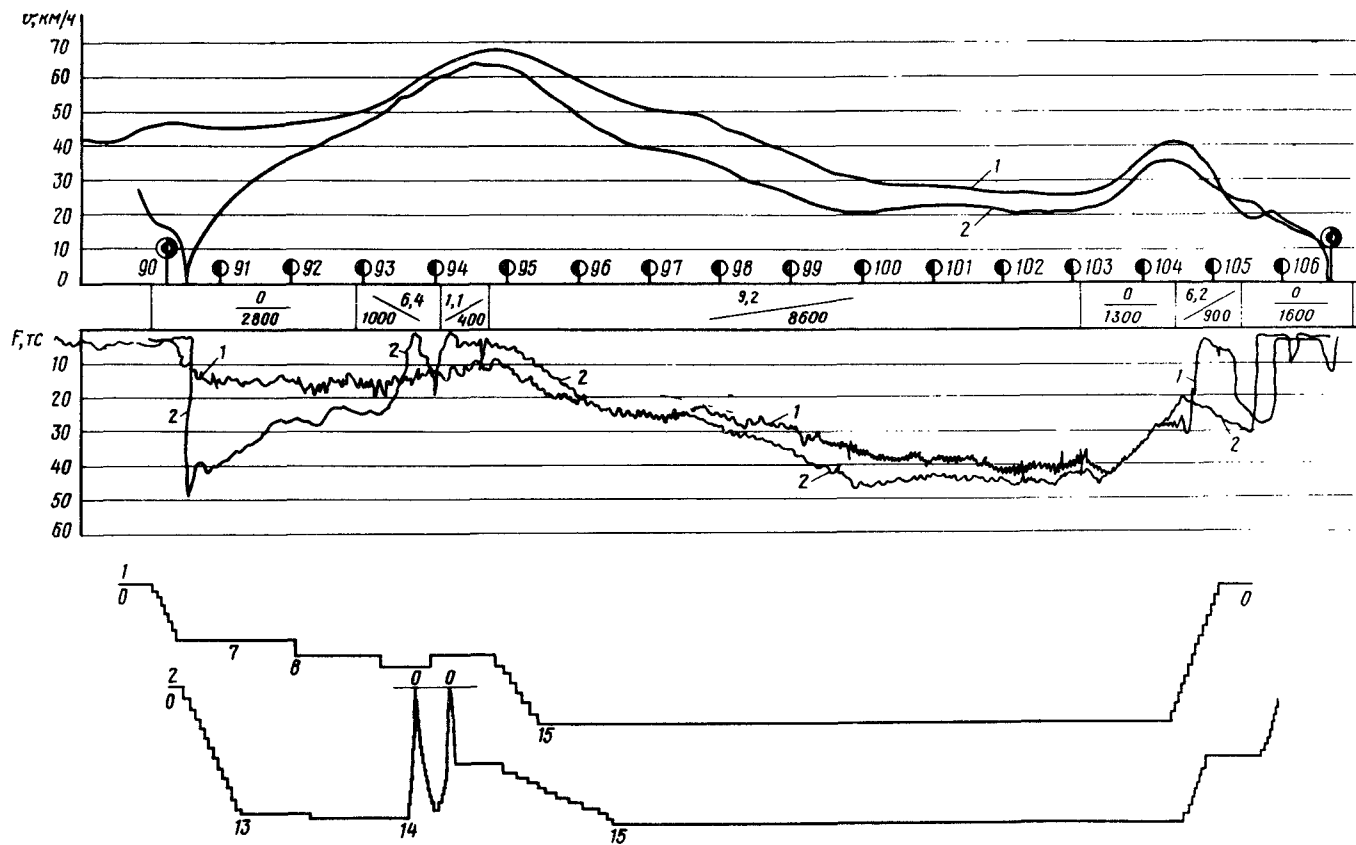


Рис. 32. Ре

ездок с поездами, ведомыми тепловозами 2ТЭ10^М (с динамометрическим вагоном)

достигла 68 км/ч. На 15-ю позицию контроллера машинист перешел, несколько запоздав, при скорости 64 км/ч. Скорость выхода с подъема 26 км/ч.

Во второй поездке (кривая 2) масса поезда составляла 4030 т, была предусмотрена остановка на станции. Разгон со станции проходил интенсивно, но так как на участке действует ограничение скорости 70 км/ч, то машинист на 94-м километре снизил скорость и при 63 км/ч начал переходить на 15-ю позицию, на которую вышел, уже следуя по подъему со скоростью 44 км/ч и соответственно с меньшим запасом кинетической энергии, чем в первом случае. Это привело к увеличению времени хода по подъему, мало повлияло на скорость выхода с подъема, равную 21 км/ч. Разницу по скорости выхода с подъема 5 км/ч можно объяснить большей массой состава во втором случае.

В отличие от электровоза тепловоз не обладает способностью форсирования мощности, поэтому запас кинетической энергии при следовании по крутому подъему большой протяженности не столько влияет на скорость выхода с подъема, сколько на время хода по подъему и расход топлива.

На электровозе при движении по подъему допускается регулировать ток и мощность тяговых двигателей в течение времени, за которое температура нагрева двигателей не превысит установленных норм. Поэтому, если имеется определенный запас кинетической энергии и скорости, машинист может выбрать предельный режим по ограничению сцепления колес с рельсом, что выгодно с энергетической и эксплуатационной точек зрения. На тепловозе такой возможности нет, так как предельный режим ограничен мощностью дизеля даже в том случае, когда имеется запас по сцеплению колеса с рельсом.

§ 25. ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТОРМОЗОВ

Подготовка тормозного оборудования. Перед выездом из основного или оборотного депо локомотивная бригада, чтобы удалить влагу, продувает сначала грязесборники компрессоров, затем поочередно главные резервуары, межкузовные рукава тормозной напорной магистрали, концевые рукава. Это делается для того, чтобы исключить проникновение грязи и эмульсии, влаги от компрессоров к кранам машиниста и в тормозную магистраль (ТМ).

Затем проверяют уровень масла в картерах компрессоров, их производительность, а также работу масляных насосов по показанию манометров: давление должно быть не менее 1,5 кгс/см². Убеждаются в наличии пломбы на регуляторе давления, определяют, как он работает на включение и выключение: пределы давлений должны быть от 8,0 до 9,0 ± 0,2 кгс/см².

Необходимо также проверить работу ручного тормоза, включения воздушнораспределителя; работу редукторов по поддержанию давления

в тормозной магистрали, которое в положении II ручки крана машиниста для грузовых поездов должно быть $5,3\text{--}5,5 \text{ кгс/см}^2$.

Проверка плотности тормозной магистрали электровоза производится через 5–6 мин после постановки ручки крана машиниста в положение II, зарядки резервуаров воздухораспределителя и перекрытия комбинированного крана; снижение давления воздуха допускается не более $0,2 \text{ кгс/см}^2$ за 1 мин.

При проверке плотности питательной сети после отключения компрессоров регулятором давления и снижения давления в главных резервуарах на $0,4\text{--}0,5 \text{ кгс/см}^2$ последующее снижение давления должно происходить не более чем на $0,2 \text{ кгс/см}^2$ за 3 мин.

Проверяют плотность уравнительного резервуара, установив ручку крана машиниста в положение IV: снижение давления допускается не более $0,1 \text{ кгс/см}^2$ за 3 мин.

Чтобы проверить плотность кольца уравнительного поршня при давлении в уравнительном резервуаре $5,3\text{--}5,5 \text{ кгс/см}^2$, переводят ручку крана машиниста в положение IV. Помощник машиниста открывает концевой кран тормозной магистрали. Постоянное снижение давления более чем на $0,1 \text{ кгс/см}^2$ за 1 мин, наблюдаемое по манометру уравнительного резервуара, свидетельствует о недостаточной плотности кольца.

Затем убеждаются в том, что воздух проходит через блокировку № 367 и краны T9, T8, T11 питательной магистрали не перекрыты, в зимнее время – в отсутствии ледяной пробки. Для этого, выключив тумблер управления компрессоров, открывают концевой кран тормозной магистрали и переводят ручку крана машиниста в положение I. Понижение давления в главных резервуарах, контролируемое по манометру напорной магистрали, с $6,0$ до $5,0 \text{ кгс/см}^2$ должно происходить не более чем за 12 с на каждую тысячу литров объема главных резервуаров. Значительно большее время понижения давления на 1 кгс/см^2 свидетельствует о зауженном проходе в блокировке усл. № 367 и трубопроводах напорной и тормозной магистралей, а значительно меньшее – о возможном перекрытии соответствующих кранов. По окончании проверки блокировки № 367 ручку крана переводят в положение VI и наблюдают за манометром напорной магистрали. Плавное увеличение давления при включенных компрессорах свидетельствует о зауженном проходе в указанных местах или о неполном открытии кранов.

Убеждаются в отсутствии сверхзарядки: давление в уравнительном резервуаре должно снижаться с 6 до $5,8 \text{ кгс/см}^2$ за 100–120 с.

Проверяют работу крана машиниста, датчика контроля целостности тормозной магистрали, а также работу крана машиниста вспомогательного тормоза № 254. Проверяют состояние тормозной рычажной передачи, ее предохранительных устройств, выход штоков тормозных цилиндров: при давлении $3,5 \text{ кгс/см}^2$ он должен быть 75–100 мм.

Работы, выполняемые после прицепки локомотива к составу и опробование тормозов. После прицепки локомотива к составу и пере-

хода бригады в переднюю кабину управления помощник машиниста, неоднократно и продолжительно открывая концевой кран, продувает тормозную магистраль. Машинист снижает давление в тормозной магистрали локомотива на $1,5 \text{ кгс/см}^2$. Помощник машиниста соединяет концевые рукава, открывает краны сначала со стороны локомотива, убедившись в нормальном проходе воздуха по выбросу через контрольное отверстие, затем у вагона. Машинист ставит ручку крана машиниста в положение I, повышает давление в тормозной магистрали до $6,5\text{--}6,8 \text{ кгс/см}^2$ и выдерживает ручку в этом положении приблизительно 15–20 с. Такой способ зарядки поезда сжатым воздухом позволяет уменьшить время зарядки на 5–7 мин.

Ответственным моментом является опробование тормозов. Значительно уменьшается время подготовительных операций по опробованию тормозов при наличии на станциях отправления компрессорных установок для зарядки поездов сжатым воздухом. На прицепку локомотива к поезду любой длины и опробование тормозов уходит 5–7 мин.

Убедившись в соответствии плотности тормозной магистрали установленным МПС нормам, машинист приступает к опробованию тормозов. К опробованию тормозов можно приступить при давлении в тормозной магистрали хвостового вагона не ниже $4,5 \text{ кгс/см}^2$. Если оно ниже, необходимо увеличить давление в этой магистрали до $5,5 \text{ кгс/см}^2$.

Выполнив разрядку тормозной магистрали на величину первой ступени, необходимо проверить, изменяется ли плотность ТМ после постановки ручки крана в положение IV. Увеличение расхода воздуха свидетельствует о наличии в поезде воздухораспределителей с прекращающейся разрядкой.

При сокращенном опробовании тормозов в короткосоставных (до 200 осей) поездах повышать давление сверх $5,8 \text{ кгс/см}^2$, устанавливая ручку крана в положение I, не рекомендуется, так как это может привести к перезарядке тормозной магистрали относительно уравнительного резервуара и самопроизвольному срабатыванию тормозов. В зимнее время в поездах, имеющих свыше 350 осей, отпуск производят, повышая давление до $6,5 \text{ кгс/см}^2$. При постановке ручки крана машиниста в положение I обращают внимание на показания манометров тормозной и напорной магистралей. Разница показаний манометров допустима $1,5\text{--}2 \text{ кгс/см}^2$. Совмещение показаний стрелок манометров и резкий сброс давления воздуха после постановки ручки крана в положение II свидетельствуют об укороченной тормозной магистрали.

Прицепка к составу и зарядка сжатым воздухом связаны с интенсивной работой компрессоров и повышенным выделением влаги из воздуха, которая оседает в главных резервуарах и трубопроводах. В зимнее время рекомендуется после получения справки ВУ-45 перед приведением поезда в движение продуть концевой кран напорной магистрали под рабочей кабиной во избежание образования ледяной пробки.

Управление тормозами при движении поезда. Если не производилась проверка действия тормозов при стоянке свыше 30 мин, локомотивная бригада обязана выполнить установленный регламент минутной готовности, в который входит и контроль за состоянием целостности тормозной магистрали. Кратковременно переведя ручку крана машиниста в положение I, машинист наблюдает за стрелками манометров тормозной и напорной магистралей, помня о том, что чем короче поезд, тем ближе друг к другу показания обеих стрелок. Если стрелки стремятся к совмещению в длинносоставном поезде, а также наблюдается резкий сброс воздуха после перевода ручки крана из положения I в II, следует произвести сокращенное опробование тормозов.

Трогание поезда необходимо осуществлять плавно, постепенно увеличивая силу тяги. При отправлении со станции локомотивная бригада должна особенно внимательно вести наблюдение за состоянием тормозной магистрали, а также за сигналами работников, провожающих поезд.

В установленном приказом начальника дороги месте при определенной скорости снижают давление в тормозной магистрали на величину 1-й ступени. Путь, на котором происходит снижение скорости, не должен превышать расстояние, установленное приказом начальника дороги и ограниченное специальными знаками. Причиной недостаточности тормозного эффекта в зимнее время может быть снег и наледь на тормозных колодках. В этом случае необходимо повторно проверить действия автотормозов, чтобы выявить возможность дальнейшего следования с установленной или ограниченной скоростью. Одновременно следует согласовать с поездным диспетчером необходимость и место производства контрольной пробы тормозов. Если в течение 30 с после применения ступени торможения, а это соответствует расстоянию 400–450 м, тормозной эффект отсутствует, машинист должен применить экстренное торможение и, подавая сигналы общей тревоги, привести в действие локомотивный тормоз, непрерывно подавая песок до полной остановки.

Исходя из результатов проверки тормозов машинист выбирает величину 1-й ступени разрядки тормозной магистрали при дальнейшем применении тормозов для эффективного их использования. При опробовании тормозов машинист должен быть готов ко всякого рода неожиданностям.

Наиболее часто в зимнее время происходит замедленный отпуск тормозов в хвостовой части поезда. После отпуска тормозов снижение скорости продолжается, как и в режиме торможения, вплоть до остановки. При попытке привести поезд в движение ничего не получается. Наибольшую опасность в таких случаях представляет сжатие поезда на 5 м, и взятие поезда рывком. Это может привести к обрыву. Причиной полной остановки являются значительные утечки в составе в результате того, что фактическое давление в тормозной магистрали хвостового вагона менее 4 кгс/см^2 .

В этом случае необходимо или выждать время на полный отпуск тормозов (5–10 мин), или выполнить полное служебное торможение и отпустить тормоза завышением давления в ТМ до 6,5 кгс/см².

Трогание остановившегося поезда осуществляют плавно без рывков, используя песочницу.

Недостаточная эффективность тормозов на установленном расстоянии наиболее часто проявляется в зимнее время из-за наличия снега и льда под тормозными колодками, а также из-за частично выключенных воздушораспределителей. В этом случае машинист должен или заявить диспетчеру о невозможности вести поезд с установленной расписанием скоростью, или заказать контрольную пробу тормозов на ближайшей или конечной станции (скорость следования устанавливает сам машинист).

Иногда после снижения давления в ТМ в установленном порядке в течение 20–30 с скорость не снижается. В этом случае машинист принимает все меры к остановке поезда, а после остановки и выявления причин отсутствия тормозного эффекта – к скорейшему освобождению перегона.

При ведении длинносоставных поездов желательно избегать частых торможений, не применять тормоза в местах с ломаным профилем.

Если в случае применения тормозов скорость стала ниже 20 км/ч, отпуск тормозов следует производить только после полной остановки. Не рекомендуется отпускать тормоза в длинносоставных поездах при давлении, повышенном до зарядного. Это приведет к замедленному отпуску тормозов в хвосте поезда, а иногда к обрыву.

При подъезде к станции, расположенной на площадке или на уклоне, со скоростью 60–65 км/ч необходимо применить ступень торможения и отпустить автотормоза с таким расчетом, чтобы на входных стрелках скорость была на 3–5 км/ч ниже установленной приказом начальника дороги. Если скорость въезда на боковой путь составила 30–35 км/ч, то за 600 м от входного сигнала следует применить вторую ступень торможения и отпустить автотормоза с таким расчетом, чтобы за 100–150 м скорость была не ниже 5–7 км/ч.

При проверке действия тормозов каждый машинист должен уметь оценивать, на сколько снижается дополнительно скорость в процессе отпуска от момента установки ручки крана машиниста в положение I. Как правило, это соответствует 15–20 км/ч.

Допустим, что необходимо после отпуска автотормозов получить скорость 35 км/ч, а до начала торможения она была 60 км/ч. В этом случае отпустить автотормоза необходимо при скорости 50 км/ч.

Скорость следования по приемо-отправочному пути 35 км/ч. После применения ступеней торможения за 600 м от выходного сигнала на расстоянии 150–200 м скорость снизится до 25 км/ч; после того как ручка крана машиниста будет установлена в положение отпуска, скорость снизится еще на 15–20 км/ч и поезд пройдет еще 200 м пути. Таким образом за 200 м до выходного сигнала скорость составит

5–10 км/ч, что соответствует действующим требованиям, и поезд можно остановить, применив локомотивный тормоз.

Контрольная проверка тормозов. Контрольная проверка тормозов производится в случае неудовлетворительной их работы – образования ползуна на поверхности катания колесной пары вагона глубиной более 2 мм, недостаточного тормозного нажатия, замедленного отпуска, самопроизвольного срабатывания. Контрольная проверка назначается по требованию локомотивной бригады или работников вагонной службы. Для проведения контрольной проверки назначается комиссия из представителей вагонного и локомотивного хозяйств. При обнаружении ползуна глубиной более 2 мм контрольную проверку производят на станции с ПТО, при недостаточном тормозном нажатии, замедленном отпуске или самопроизвольном срабатывании – на первой станции или на станции с ПТО. Выполняют контрольную проверку и во всех других случаях задержек поездов.

Заклинивание колесных пар может возникнуть по следующим причинам: большие утечки воздуха из тормозной магистрали поезда, неправильный выбор режимов при включении воздухораспределителей, неправильная регулировка рычажной передачи, установка чугунных колодок вместо композиционных и наоборот, заторможенный ручной тормоз, самоторможение выключенного воздухораспределителя из-за пропуска разобщительного крана, неправильный выбор режима воздухораспределителей при композиционных колодках, давление в хвостовой части поезда меньше $4,5 \text{ кгс/см}^2$.

Причинами недостаточного тормозного нажатия могут быть: включение воздухораспределителей при заваре башмаков, выход воздуха в атмосферу из тормозных цилиндров (ТЦ), лопнувшая подводящая трубка к воздухораспределителю, запасному резервуару, неправильный выбор режимов при включении воздухораспределителей, неисправность авторежима, неправильная установка колодок, увеличенный выход штоков ТЦ (при чугунных колодках он должен быть не более 175 мм, при композиционных – не более 150 мм).

При контрольной проверке обращают внимание на пределы давления, установленные для регуляторов давления, редуктора, стабилизатора, на плотность тормозной и напорной магистралей, на проходимость блокировки № 367. Убеждаются в отсутствии повышенного давления в тормозной магистрали, установив ручку крана машиниста в положение IV.

По окончании проверки и установлении причин неудовлетворительной работы тормозов составляют акт.

В зависимости от причины, по которой проводилась контрольная проверка тормозов, намечают определенную последовательность операций.

Так, при замедленном отпуске тормозов сначала проверяют давление, на которое отрегулирован редуктор, затем – плотность тормозной магистрали поезда, давление в тормозной магистрали хвостового вагона, регулировку регулятора давления компрессоров на включе-

ние и выключение и, наконец, отпуск тормозов у вагонов в хвостовой части поезда (не менее чем через 80 с после начала отпуска).

При самопроизвольном срабатывании тормозов проверяют на локомотиве сначала исправность и регулировку регулятора давления, затем работу стабилизатора и чувствительность уравнительного поршня и плотность его кольца, повышение давления при отпуске в короткочастном поезде (до 150 осей).

Тормоза могут самопроизвольно срабатывать при сжатиях и натяжениях состава, на стоянках разной продолжительности, при давлении свыше $5,8 \text{ кгс/см}^2$ в короткочастных поездах.

Если произошло самопроизвольное срабатывание тормозов в момент натяжения, необходимо тщательно осмотреть места крепления концевых кранов и рукавов, соединительных муфт, подводящие и отводящие трубки у воздухораспределителей. В месте слабого крепления видны просочившееся масло или эмульсия, а также наблюдается шипение воздуха при раскачивании.

Если тормоза самопроизвольно срабатывают как в движении, так и на стоянке при закончившейся ликвидации сверхзарядки с определенным интервалом, то неисправен воздухораспределитель одного из вагонов. Обнаружить такой воздухораспределитель сложно. Поиски необходимо начинать с хвоста поезда. Сначала остучать два-три последних вагона, при этом возможно срабатывание от остукивания, затем резким движением отключить их, перекрыв кран у вагона, расположенного ближе к локомотиву. Прекращение периодического срабатывания укажет на то, что неисправный воздухораспределитель отключен. Если срабатывание не прекратилось, повторить проверку у следующей пары вагонов и так вплоть до головного.

В короткочастных поездах тормоза могут самопроизвольно срабатывать в конце ликвидации сверхзарядки при значительном завышении давления в ТМ при отпуске (свыше 6 кгс/см^2).

При заклинивании колесной пары вагона проверяют на локомотиве зарядное давление, темп ликвидации сверхзарядного давления, правильность управления тормозами (по ленте скоростемера). Убеждаются в исправности и правильной регулировке тормозной рычажной передачи вагона, замеряют давление в ТЦ при торможении, проверяют правильность режимов работы воздухораспределителей, работу авто-тормозов.

Выполняя контрольную проверку при недостаточном или отсутствующем тормозном эффекте, убеждаются в том, что тормозная магистраль не повреждена, соединения рукавов плотные, открыты концевые краны, нет выключенных воздухораспределителей, проверяют давление в хвосте поезда, убеждаются в правильности режимов включенных воздухораспределителей, выявляют вагоны с выходами штоков от 200 до 230 мм (тормозное нажатие принимается 70 % от установленного) и свыше 230 мм при расчете не учитывают. После этого рассчитывают фактическое тормозное нажатие и в соответствии с ним определяют возможность дальнейшего следования поезда.

Рекуперативное торможение. При использовании рекуперативного торможения необходимо поддерживать скорость поезда на 5–10 км/ч ниже установленной на случай срыва рекуперативного торможения, чтобы не допустить превышения скорости до момента прихода в действие автоматических тормозов.

При необходимости применения рекуперативного торможения машинист сжимает поезд локомотивным тормозом, создавая в ТЦ давление 1,2 кгс/см². Одновременно он переключает вентиляторы на высокую скорость. В зависимости от скорости следования устанавливают рукоятку контроллера в положение П при скорости свыше 60 км/ч, СП при 30–60 км/ч и С при скорости до 30 км/ч. Рукоятку тормозного вала устанавливают в положение 0,2, рукоятку главного вала плавно, не проскакивая позиций, — поочередно на позиции 1, 2, 3 и т. д. до появления тока рекуперации. Плавно перевести рукоятку необходимо для того, чтобы избежать резкого торможения и возможного юза колесных пар. При токе рекуперации свыше 300 А с интервалом 3–5 с под колесные пары следует подавать песок. Рекуперативное торможение позволяет поддерживать постоянную скорость при наличии ограничения скорости на уклонах. При следовании по станциям применять такое торможение нежелательно, так как на секционных изоляторах, воздушных промежутках происходят броски напряжения, в результате чего срабатывают реле рекуперации и рекуперативное торможение прекращается.

В случае пересоединения или выключения цепей рекуперации необходимо плавно уменьшить ток до 50–100 А. Затем установить рукоятку тормозного вала таким образом, чтобы появился ток двигателя режима 50–100 А, и, переведя главную рукоятку контроллера на нулевую позицию, выключить линейные контакторы.

При необходимости разрешается применять одновременно рекуперативное торможение и автоматические тормоза.

Запрещается по условиям безопасности применять рекуперативное торможение при приеме на боковой путь и при следовании на красный сигнал.

Для пояснения эффективности рекуперативного торможения рассмотрим результаты двух опытных поездок с электровозом ВЛ10^В и динамометрическим вагоном на перегоне Г–К. Как видно из рис. 33, на данном перегоне имеется спуск примерно 10 % протяженностью 4,5 км, затем после площадки длиной 1,6 км вновь спуск 8,5–9,8 % длиной 1,1 км. В первой поездке поезд массой 4253 т имел остановку на станции Г и только на 177-м километре достиг скорости 65 км/ч. Рекуперативное торможение машинист начал применять со 175-го километра, используя 4–6-ю позиции последовательно-параллельного соединения тяговых двигателей. При этом скорость продолжала нарастать и на 177-м километре машинист применил пневматическое торможение, снизив ее до 29 км/ч на 178-м километре. После отпуска пневматических тормозов скорость движения поезда вновь начала нарастать и достигла 72 км/ч на 182-м километре. Учитывая, что поезд проходил по

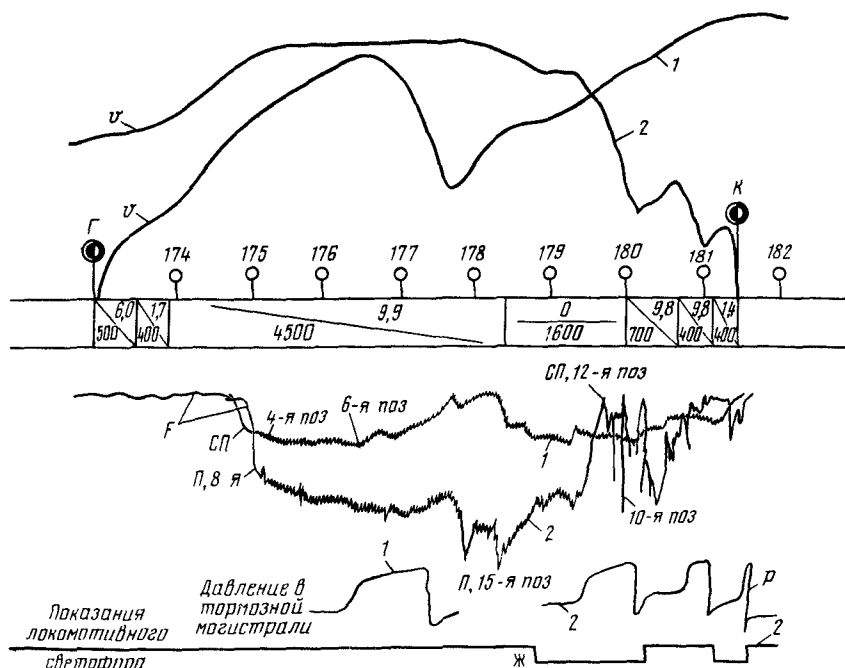


Рис. 33. Осциллограммы, снятые в случае применения рекуперативного торможения в опытной поездке (ВЛ10У)

станции К без остановки по зеленому огню светофора, использованный режим ведения поезда нельзя признать оптимальным в связи с применением пневматического торможения в конце вредного спуска и недостаточно эффективного использования рекуперативного торможения. Возврат электрической энергии в контактную сеть составил всего 105 кВт·ч.

Во второй поездке поезд массой 3627 т проследовал от Г без остановки и к началу спуска крутизной 10 ‰ подошел со скоростью 46 км/ч. Рекуперативное торможение было применено чуть позже, чем в первой поездке при скорости 66 км/ч. Рекуперация осуществлялась на параллельном соединении тяговых двигателей с использованием на 175-м километре 8-й позиции, на 178-м — 15-й позиции. Благодаря этому при движении по спуску скорость поезда поддерживалась около 70 км/ч. При переходе на площадку машинист применил рекуперативное торможение при последовательно-параллельном соединении тяговых двигателей. В связи с появлением желтого сигнала на светофоре для остановки на станции К на 180–181-м километрах были приведены в действие пневматические тормоза.

Режим ведения поезда во второй поездке следует считать более рациональным, так как при этом удалось вернуть в контактную сеть 290 кВт·ч, т. е. почти в 3 раза больше, чем в первой поездке, хотя масса

поезда была на 600 т меньше. Сопоставление результатов этих поездок показывает, что эффективное использование рекуперативного торможения позволяет в значительной степени компенсировать потери, которые возникают при вынужденном гашении кинетической энергии поезда в тормозах даже в случае неблагоприятных условий пропуска поезда по участку и непредусмотренных графиком остановках на станциях.

Применение рекуперативного торможения на одном из участков, к которому относятся приведенные выше примеры, позволяет возвращать в контактную сеть до 18,6 % электроэнергии и в значительной степени компенсировать потери электроэнергии, связанные с замедлениями при ограничениях скорости и остановках с последующими разгонами.

§ 26. ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ РАЗРЫВА ПОЕЗДОВ

Разрывы поездов могут быть следствием действия различных причин. Необходимо, однако, выделить те из них, которые зависят от действий локомотивных бригад. Обычно разрывы поездов по вине машинистов локомотивов происходят:

при трогании поезда с места вследствие неплавного, слишком быстрого наращивания силы тяги, особенно при наличии заторможенных вагонов в поезде;

при следовании по перегону вследствие неплавного ведения поезда без учета особенностей профиля пути, что вызывает появление оттяжек и набеганий вагонов в поезде;

при трогании после остановки поезда на станции или на перегоне в случае недостаточной выдержки времени от начала отпуска тормозов до приведения поезда в движение.

Машинист должен помнить, что в длинносоставном поезде за счет зазоров в клиньях автосцепок, фрикционных аппаратах головная часть поезда до приведения в движение хвостового вагона проходит путь 10–15 м. В случае быстрого набора позиций контроллера, т. е. резкого увеличения силы тяги локомотива, кинетическая энергия массы его головной части быстро нарастает и может произойти резкий рывок, что приводит к большим динамическим нагрузкам на автосцепку, которые зачастую превышают расчетную нагрузку, вследствие чего автосцепка разрушается. Чтобы не допустить обрыва автосцепки при трогании поезда с места, необходимо увеличивать силу тяги плавно.

Перед троганием поезда с места его следует сжать, одновременно подавая песок под колеса локомотива. Как правило, в этом случае локомотив проходит 5–8 м.

После установки рукоятки контроллера на нулевую позицию реверсивную рукоятку переводят в положение "Вперед", рукоятку

контроллера — в положение I, а затем через 3–4 с в положения II и III. Постепенно растягивая поезд, непрерывно подают песок под колесные пары. На 4–5-ю позиции контроллера необходимо переходить, чтобы предупредить замедление движения, которое свидетельствует о том, что весь поезд натянут. Дальнейший разгон поезда до первого по ходу стрелочного перевода выполняют, плавно увеличивая ток до 400–500 А. Перед стрелками, чтобы исключить боксование, необходимо уменьшить ток до 300 А и прекратить ручную подачу песка.

Трогание с места длинносоставных поездов усложняется из-за больших утечек в них и, как следствие этого, ухудшения работы воздухораспределителей в хвостовой части поезда. Чтобы не допустить остановки поезда на стрелках и пережога контактного провода при трогании с места, рекомендуется приводить поезд в движение не раньше чем через 5 мин после отпуска тормозов.

К обрыву длинносоставных поездов может привести отпуск тормозов повышением давления в положении I ручки крана машиниста лишь до 5,5–5,8 кгс/см², особенно в случае применения тормозов на уклоне. Объясняется это следующим. Повышение давления на 1 кгс/см² в уравнительном резервуаре происходит за 5–8 с. Следовательно, после снижения давления на 0,7 кгс/см² и последующего перевода ручки крана машиниста в положение I на 5–8 с для отпуска тормозов давление в уравнительном резервуаре повысится до 5,8 кгс/см². Скорость распространения отпускной волны в положении I ручки крана машиниста приблизительно составляет 70 м/с, поэтому за 5–8 с она распространится на расстояние 350–560 м. После перевода ручки в положение II скорость распространения тормозной волны снизится приблизительно в 2 раза. Поэтому при средней длине длинносоставного поезда 1 км, на оставшиеся 500 м отпускная волна распространится в зависимости от давления в главных резервуарах и плотности тормозной магистрали за 20–25 с.

Если поезд находится на площадке или уклоне, отпуск тормозов его головной части произойдет на 30 с раньше, чем хвостовой части. Следовательно, хвостовая часть будет продолжать двигаться с замедлением, скорость головной части станет постоянной и в определенный момент это вызовет резкую оттяжку, приводящую к большим динамическим нагрузкам на автосцепке. Эти нагрузки могут повысить допустимые по условиям прочности автосцепок, что и вызовет их разрушение. Вот почему необходимо после ступени торможения ручку крана машиниста № 394 выдерживать в положении I в течение 15 с, что приведет к зарядке уравнительного резервуара до давления 6,5–7 кгс/см². В этом случае разница между началом отпуска тормоза головного и хвостового вагонов составит приблизительно 15 с. Так как у головных вагонов отпуск тормозов начинается раньше, но протекает медленнее, а у хвостовых вагонов начинается позже, но протекает быстрее, то практически отпуск тормозов произойдет почти одновременно по всему поезду.

Обрыв длинносоставного поезда возможен из-за неисправности тормоза одного из вагонов в хвостовой части поезда. После ступени торможения и установки ручки крана машиниста в положение IV через 20–25 с происходит резкий рывок; особенно часто это происходит в составе с цистернами. Причина такого явления – срабатывание одного из воздухораспределителей во второй половине поезда на дополнительную непрерывающуюся разрядку тормозной магистрали. Кроме того, причиной может быть обрыв подводящей трубки к тормозному цилиндру, пропуск манжеты тормозного цилиндра. В хвостовой части поезда у вагонов, расположенных за воздухораспределителем, работающим на "дутье", произойдет более глубокая ступень торможения. Из-за разницы в скоростях головной и хвостовой частей поезда возникнет сильный рывок, который может привести к обрыву автосцепки. Если же машинист почувствовал оттяжку при первом же торможении, то в дальнейшем, применяя пневматические тормоза в таком поезде, ступень разрядки тормозной магистрали необходимо делать не менее 1 кгс/см^2 .

Очень важно при ведении поезда учитывать время, необходимое на отпуск тормозов. Если не убедиться в полном отпуске тормозов и включить тяговые двигатели, может произойти обрыв поезда.

Независимо от желания машиниста при торможении в поезде возникают значительные продольные динамические реакции. Этому есть объяснение. После ступени торможения в головной части поезда тормоза приходят в действие несколько раньше, чем в хвостовой, и это вызывает набегание вагонов на головную часть. При отпуске тормоза повышением давления в тормозной магистрали воздухораспределители отпускают в голове поезда раньше, чем в хвосте, и если машинист не сожмет с помощью прямодействующего тормоза локомотива головную часть или произведет отпуск тормоза локомотива, это обязательно приведет к сильной оттяжке и, как следствие, к обрыву поезда.

Вот почему важно помнить, что для предотвращения обрыва длинносоставного поезда необходимо следующее:

1. Отрегулировать давление в тормозной магистрали на $5,5 \text{ кгс/см}^2$. Перед применением автоматических тормозов плавно сжать поезд, подняв давление в тормозных цилиндрах локомотива краном вспомогательного тормоза № 254 на $1,0\text{--}1,2 \text{ кгс/см}^2$, что соответствует положению III ручки крана.

2. Отпуск тормозов в длинносоставных поездах после регулируемого торможения и снижения скорости на нужную величину производить во всех случаях, повышая давление до $6,2\text{--}6,5 \text{ кгс/см}^2$, и если возможно, при максимальном давлении в главных резервуарах.

3. Не допускать поспешного отпуска тормоза локомотива краном № 254, не убедившись в полном отпуске автоматических тормозов по характерному подталкиванию, а также по прекращению снижения

скорости, наблюдаемому по скоростемеру. Это особенно опасно, когда вследствие замедленного отпуска скорость приближается к нулю, и чтобы этого не допустить, машинист пытается раньше времени включить тяговые двигатели. Только убедившись, что произошел отпуск тормозов поезда, следует ступенями по 0,2 кгс/см² произвести отпуск тормоза локомотива краном № 254.

4. При скорости ниже 20 км/ч отпускать автоматические тормоза только после остановки.

5. Переходить в режим тяги после торможения плавно, предполагая, что есть еще воздухораспределители, не полностью отпустившие.

Как показала практика, обрыв поезда может произойти не только при традиционном способе вождения, но и в случае применения кратной тяги с расположением локомотивов в голове и хвосте состава.

Ошибочным является мнение, что о ведении поезда в таком случае должен заботиться лишь машинист головного локомотива, а машинисту локомотива, находящегося в хвосте поезда, отводится роль исполнителя команд. Исходя из этого некоторые машинисты головных локомотивов довольно часто дают команды машинисту хвостового локомотива об отключении тяговых двигателей, не задумываясь о профиле пути, на котором в момент подачи команды находится поезд, и о последствиях, к которым это может привести. Локомотивные бригады, не почувствовав толчков, не подозревают, что в поезде возникают реакции на сжатие и растяжение, которые могут превысить 200 тс. А в поезде могут быть автосцепки с заваренными трещинами, повреждениями, возникшими после сцепления в подгорочных парках. Все это, как правило, приводит к обрыву поезда.

Для того чтобы этого не произошло, хвостовой локомотив должен постоянно сжимать поезд и следовать в тяговом режиме. Тяговые двигатели можно выключить только, получив команду "Тормозить", и плавно включить сразу после отпуска тормозов.

Увеличивать или уменьшать силу тяги необходимо плавно как на головном, так и на хвостовом локомотивах, так как резкий сброс или набор позиций приведет к опасным динамическим силам в поезде.

При трогании с места нельзя допускать боксования колесных пар хвостового локомотива и резкого уменьшения или полного сброса силы тяги. Еще более опасен момент, когда машинист хвостового локомотива пытается "растянуть" состав, а машинист головного в это время наращивает силу тяги. В этом случае обрыв неизбежен, так как вес хвостового локомотива становится дополнительным фактором, способствующим появлению предельных нагрузок на автосцепке.

После применения ступени торможения машинисты головного и хвостового локомотивов отпуск тормозов должны производить одновременно, согласовывая друг с другом свои действия.

Недопустимо применение экстренного торможения на хвостовом локомотиве при неотключенных тяговых двигателях на головном.

§ 27. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРАТНОЙ ТЯГИ ДЛЯ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ

Необходимость применения кратной тяги. На отдельных участках многих магистралей, например Московской дороги, резервы мощности и силы тяги эксплуатируемых локомотивов практически исчерпаны. Ожидать интенсивной замены их более мощными не приходится. Да и существенного повышения силы тяги у новых локомотивов также ожидать не следует, учитывая ограничение по сцеплению колес с рельсами, которое определяется, главным образом, допустимой по условиям прочности верхнего строения пути, земляного полотна и искусственных сооружений нагрузкой на ось. Увеличение же количества тяговых осей локомотива связано с усложнением его конструкции и, следовательно, со снижением надежности, в первую очередь экипажной части.

Есть, правда, другой путь — увеличение количества секций одного локомотива. Отечественные локомотивостроительные заводы выпустили трехсекционные электровозы ВЛ11, ВЛ85, тепловозы ЗТЭ10М и др. Однако дальнейшее увеличение числа секций локомотивов эффекта не дает, так как масса составов при расположении локомотива в голове ограничена на уровне 8 тыс. т по допустимым из условий прочности подвижного состава продольным силам.

Обеспечить дальнейшее повышение массы и длины грузовых поездов и освоить за счет этого возрастающие объемы перевозок позволяет применение кратной тяги поездов. На железных дорогах давно применяется двойная тяга в голове поезда и подталкивание в хвосте на лимитирующих подъемах. Этот способ получил в последние годы широкое распространение и развитие. Используя его, оказывается возможным водить поезда массой до 16 тыс. т с числом осей до 780.

Установлено, что применение кратной тяги эффективно даже в том случае, когда невозможно получить увеличение массы поезда, пропорциональное количеству ведущих его локомотивов. При этом могут быть получены прирост скорости и пропускной способности, снижение нагрузки на локомотивы и возможность повышения их эксплуатационной надежности, что особенно важно для участков, обслуживаемых тепловозами. Кроме того, снижается потребность в локомотивных бригадах и повышается надежность управления поездами, если в кратной тяге используются локомотивы, оборудованные для работы по системе многих единиц, особенно при передаче управляющих сигналов по радио.

Расположение локомотивов в поезде. Применяется следующее расположение локомотивов в поезде:

два или три локомотива в голове поезда массой 6–8 тыс. т с числом осей 350–400 при груженных и 400–480 при порожних вагонах;

по одному в голове и хвосте поезда массой 6–12 тыс. т с числом осей 400–540;

по одному в голове и середине состава (соединенные поезда) массой 6–12 тыс. т с числом осей 400–540 при груженных и 480–780 при порожних вагонах;

по одному в голове и последней трети состава массой 8–16 тыс. т с числом осей 540–780.

В каждом конкретном случае места расположения локомотивов выбирают исходя из местных условий с учетом действующих требований, технических возможностей формирования и расформирования поездов на станциях и пропуска по участку.

Поезда повышенной массы и длины. Обращение поездов повышенной массы и длины может осуществляться лишь после соответствующих расчетов и опытных поездок, определения мест, опасных по выдавливанию вагонов и разрыву автосцепки, выполнения комплекса организационно-технических мероприятий, изучения и практического освоения всеми причастными работниками местных инструкций, разработки и утверждения режимных карт вождения поездов.

Режимные карты разрабатывают исходя из фактического наличия в составе поезда вагонов с загрузкой:

менее 10 т на ось, а также вагонов на тележках пассажирского типа; сила тяги или электрического торможения на автосцепке локомотива, сжимающего состав, не более 50 тс;

более 10 т на ось (угольные, рудные, наливные и другие составы); допускается сила тяги или электрического торможения на автосцепке локомотива, сжимающего состав, не более 95 тс.

Сила тяги на автосцепке локомотива, работающего на растяжение состава, не должна превышать при трогании с места 95 тс, а при разгоне и движении 130 тс.

Обращение поездов повышенной массы и длины допускается: на одно- и двухпутных участках в любое время суток при температуре не ниже -30°C , а поездов из порожних вагонов – не ниже -40°C (при температуре ниже указанной только с разрешения МПС); на участках, не имеющих руководящих спусков более 12 ‰, поездов из порожних вагонов с числом осей от 350 до 480 (включительно) на спусках 18 ‰. Обращение грузовых поездов повышенной массы и длины на участках с руководящими спусками более указанных допускается с разрешения МПС.

У двух стоящих рядом локомотивов в голове или в составе поезда, оборудованных для работы по системе многих единиц, должны быть соединены питательные магистрали. Все локомотивы с объединенной тормозной магистралью, находящиеся в голове и составе или в голове и хвосте поезда, должны быть оборудованы сигнализаторами обрыва тормозной магистрали с датчиком № 418 и кранами машиниста с положением ВА. Автоматическую локомотивную сигнализацию на локомотивах, находящихся в составе или хвосте поезда, выключают.

Подготовка и вождение грузовых поездов повышенной массы и длины при различном расположении локомотивов имеют свои особенности.

В случае двух и более локомотивов в голове поезда они должны иметь компрессоры типа КТ. Использование локомотивов с компрессорами Э-500 допускается при условии работы последних по системе многих единиц. Стабилизатор крана машиниста головного локомотива должен быть отрегулирован на темп ликвидации сверхзарядного давления с 6,0 до 5,8 кгс/см² за 100–120 с. Зарядное давление в тормозной магистрали локомотива устанавливается 5,3–5,5 кгс/см² для состава из груженных вагонов и 4,8–5,0 кгс/см² из порожних. При этом давление в тормозной магистрали хвостового вагона должно быть не менее соответственно 4,5 и 3,5 кгс/см². Значение давления в хвостовом вагоне вносится в справку формы ВУ-45.

Подготовку и опробование тормозов в составе производят от стационарной установки. Зарядное давление в тормозной магистрали 4,8–5,0 кгс/см². Допускается раздельная подготовка и опробование автотормозов в двух составах, находящихся на разных путях, от стационарных установок или локомотивов с последующим их соединением. В этом случае зарядное давление для порожних составов должно быть 4 кгс/см², для груженных – 4,8–5,0 кгс/см². Такие же зарядные давления должны иметь локомотивы, обеспечивающие маневровые передвижения составов при их соединении.

В каждом из соединяемых составов после зарядки и проверки плотности тормозной сети производится полное опробование автотормозов от стационарной компрессорной установки или локомотива.

После прицепки к составу автоматические тормоза всех локомотивов должны быть включены в общую тормозную сеть. Управляет тормозами в поезде машинист первого локомотива. На других локомотивах ручки комбинированных кранов независимо от наличия блокировочного устройства № 367 должны быть переведены в положение двойной тяги, кранов машиниста – в положение VI, а на оборудованных устройствами экстренной остановки – в положение V.

После прицепки локомотивов и дозарядки тормозной сети проверяют ее плотность и производят сокращенное опробование автотормозов. Отпуск автотормозов при опробовании выполняют с завышением давления в магистрали на 0,5–0,6 кгс/см²; торможение и отпуск проверяют по пяти хвостовым вагонам сформированного поезда.

При опробовании тормозов сформированного поезда от локомотива не менее чем через 2 мин после торможения, установив ручку крана машиниста в положение IV, производят проверку плотности тормозной сети поезда аналогично проверке при поездном положении ручки крана машиниста. Разность между временем падения давления в главных резервуарах локомотива при поездном положении ручки крана машиниста и положении перекрыши после ступени торможения допускается не более 5 с. В поездах из порожних вагонов с числом осей от 450 до 480 включительно наименьшее допустимое время падения давления на 0,5 кгс/см² в главных резервуарах локомотивов должно быть не менее 11 с на каждые 1000 л объема.

При следовании на зеленый огонь светофора или по свободному

перегону первую ступень торможения разрешается производить снижением давления в тормозной магистрали на $0,3-0,5$ кгс/см². Отпуск после первой ступени торможения производят, установив ручку крана машиниста в положение I (с завышением давления в тормозной магистрали до $6,0$ кгс/см²) и последующим переводом ее в положение II. В момент начала отпуска автотормозов затормаживают локомотив краном вспомогательного тормоза (давление в тормозных цилиндрах $1,5-2,0$ кгс/см²), выдерживают его в этом состоянии $30-40$ с, после чего отпускают ступенями вспомогательный тормоз. Если скорость менее 20 км/ч, запрещается начинать отпуск автотормозов (до полной остановки поезда).

При ступени торможения более $0,5$ кгс/см² отпуск производят таким же образом; по окончании перехода на нормальное зарядное давление повторно повышают давление в тормозной магистрали, выдерживая ручку крана машиниста в положении I до тех пор, пока давление в уравнительном резервуаре достигнет $6,0$ кгс/см².

В случае трогания с места после остановки время от момента перевода ручки крана машиниста в положение отпуска до включения тяговых двигателей должно быть не менее 3 мин после служебного торможения, 4 мин после полного служебного торможения и не менее 8 мин после экстренного. В зимних условиях эксплуатации указанное время увеличивается в $1,5$ раза.

При проверке действия тормозов порожних поездов в пути следования отпуск производят после ступени торможения с выдержкой в положении перекрыши в течение $8-10$ с.

Для улучшения управляемости автотормозов в поездах из порожних вагонов с числом осей от 400 до 480 включительно разрешается отключать воздухораспределители каждого третьего вагона равномерно по длине поезда, сохраняя включенными тормоза не менее чем на двух вагонах в хвосте состава.

Управление последующими локомотивами их машинисты осуществляют по командам машиниста ведущего локомотива, передаваемым по радиосвязи (в УКВ-диапазоне), или по звуковым сигналам, предусмотренным Инструкцией по сигнализации на железных дорогах Союза ССР.

Конечно, машинисты ведомых локомотивов наравне с машинистом ведущего локомотива должны досконально знать профиль участка, режимные карты ведения поезда, обеспечивать растянутое или сжатое состояние состава в зависимости от профиля пути, своевременно переводить рукоятку контроллера на высшие или низшие позиции; применять ступени ослабления возбуждения тяговых двигателей и т. д. Так, при подходе поезда к вершине подъема ступени ослабления, если они применялись, необходимо снимать. На перевалистом профиле, когда чередуются короткие площадки, спуски и подъемы, поезд надо вести в режиме тяги растянутым; при переходе на очередной спуск снимать ослабление возбуждения или переходить на низшие позиции; перед вступлением на подъем переходить на высшие позиции.

Если локомотивы оборудованы устройствами для работы по системе многих единиц, то после соединения цепей этих устройств и их включения, а также соединения питательных магистралей управление ими осуществляет машинист головного локомотива.

При постановке локомотивов в голове и хвосте или голове и последней трети состава они должны быть, как правило, оборудованы радиостанциями с двумя диапазонами КВ и УКВ, а также переносными (носимыми) радиостанциями. При приемке локомотива или проходе через контрольный пункт радиосвязи машинист проверяет работу радиосвязи в диапазоне КВ с дежурным электромехаником, а в диапазоне УКВ с машинистом любого локомотива или при наличии переносной радиостанции РН-12Б с помощником машиниста. Локомотивная радиостанция для связи между локомотивами при движении такого поезда находится в режиме приема, т. е. микротелефонная трубка постоянно снята. Если в пути следования возникла неисправность радиосвязи, поезд с локомотивами в голове и хвосте следует довести до ближайшей станции, где радиосвязь необходимо восстановить. В том случае, когда радиосвязь восстановить невозможно, поезд необходимо разъединить или расформировать.

При постановке локомотивов в голове и в составе поезда с объединенной тормозной магистралью все они должны быть включены в тормозную магистраль, а их комбинированные краны открыты. Это не относится к случаю соединения поездов, в которых используется система синхронизации управления тормозами.

Зарядное давление в тормозной магистрали, на которое регулируются краны машинистов головного локомотива и локомотива в составе или хвосте поезда, должно быть 5,3–5,5 кгс/см², в том числе и при наличии в поезде пассажирских вагонов с включенными тормозами. После соединения составов и прицепки локомотивов машинисты повышают давление в уравнительном резервуаре до 5,8–6,0 кгс/см², переводя ручку крана машиниста в положение I, после чего ее удерживают в поездное положение. Допускается зарядное давление в тормозной магистрали локомотива в составе или хвосте поезда на 0,2–0,3 кгс/см² ниже, чем у головного локомотива.

Опробование автотормозов производится у каждого соединяемого состава отдельно; машинистам выдается справка (форма ВУ-45) об исправном действии автотормозов и готовности для следования в соединенном поезде. После соединения поездов и объединения тормозной магистрали состояние ее в составе первого поезда и исправное действие сигнализатора с датчиком № 418 локомотива второго поезда проверяют следующим порядком.

Машинист головного локомотива, известив по радиосвязи машиниста второго локомотива, находящегося в составе, приводит в действие тормоза снижением давления в тормозной магистрали на 0,7–0,8 кгс/см², а затем переводит ручки крана в положение IV. Машинист второго локомотива точно так же приводит в действие автотормоза после загорания сигнальной лампы ТМ сигнализатора с датчиком

№ 418. Убедившись в том, что лампа горит, он извещает об этом по радиосвязи машиниста головного локомотива; затем оба машиниста производят отпуск автотормозов. После проведения такой проверки не требуется выдавать общую справку формы ВУ-45.

На станциях, имеющих пункты технического обслуживания вагонов, при формировании поездов с локомотивами в голове и хвосте или последней трети состава поезда в каждом из составов, подлежащих соединению, производится полное опробование автотормозов. После соединения составов, дозарядки и проверки плотности тормозной магистрали в поездах оценивают состояние тормозной магистрали между локомотивами, распределенными по составу, по срабатыванию лампы ТМ сигнализатора с датчиком № 418. В этих случаях порядок выдачи справок формы ВУ-45 для поездов специального формирования устанавливается приказом начальника дороги.

После отправления поездов соединенных и специального формирования проверяют действие автотормозов в пути следования установленным порядком.

Для проверки плотности тормозной сети принимают следующие нормы времени снижения давления в главных резервуарах на $0,5 \text{ кгс/см}^2$ в зависимости от числа осей в составе на каждую 1000 л объема главных резервуаров:

Число осей.....	351—400	401—500	501—600	601—700	701—780
Время, с.....	15	13	10	9	8

Указанное время определяют делением суммы времени снижения давления в главных резервуарах всех локомотивов на их суммарный объем в тысячах литров.

Режим ведения соединенного грузового поезда с локомотивами в голове и последней трети состава или в голове и хвосте поезда задается машинистом головного локомотива в соответствии с режимными картами, разработанными на основании опытных поездок. Указания о режимах тяги, торможении и отпуске тормозов он передает другим машинистам по радиосвязи.

При каждом торможении машинисты обязаны контролировать срабатывание сигнализатора обрыва тормозной магистрали с датчиком № 418 по кратковременному загоранию его лампы.

Экстренное и полное служебное торможение в один прием в таких поездах применяется только при необходимости внезапной остановки поезда, если его дальнейшему движению угрожает опасность. В этом случае при полном служебном торможении не допускается давление в тормозной магистрали ниже $3,5 \text{ кгс/см}^2$.

При ведении соединенного грузового поезда или грузового поезда с локомотивами в голове и последней трети состава или в голове и хвосте поезда с объединенной тормозной магистралью разрешается применять электрическое торможение. Разрешается применять электрическое торможение на локомотиве в голове или составе поезда, а

также на обоих локомотивах. Места применения электрического торможения и предельные значения токов в этом случае отражены в режимных картах.

Действие тормозов в пути следования проверяют снижением давления в тормозной магистрали на $0,7-0,8$ кгс/см².

Служебные и полные служебные торможения с головного локомотива и локомотива в составе поезда (за исключением соединенных грузовых поездов с пневматической синхронизацией управления тормозами) выполняют, одновременно установив в положение VA ручки крана машиниста. Разрядку уравнительного резервуара начинают с выдержки ручки крана машиниста в положении V до снижения давления в уравнительном резервуаре на $0,5-0,6$ кгс/см², затем переводят ее в положение VA и после необходимой разрядки — в положение IV. Повторные ступени с целью усиления торможения производят, переводя ручки крана машиниста в положение V. При соединении поезда из загруженных вагонов с поездом из порожних тормозную магистраль на локомотиве, находящемся в составе, при ступенях торможения разряжают на $0,2-0,3$ кгс/см² меньше, чем на головном локомотиве.

Отпуск автотормозов производят одновременно с обоих локомотивов либо с опережением на 3—6 с на локомотиве, находящемся в составе. Ручку крана машиниста выдерживают в положении I, пока давление в уравнительном резервуаре не достигнет $5,8-6,0$ кгс/см².

При стоянках, продолжительность которых более 30 мин, падении давления в главных резервуарах ниже $5,5$ кгс/см², а также при разъединении рукавов производят следующую проверку автотормозов:

проверяют плотность тормозной магистрали — она должна быть на уровне, указанном в справке формы ВУ-45, отклонение допускается не более чем на 20 %;

машинист головного локомотива производит ступень торможения снижением давления в уравнительном резервуаре на $0,6-0,7$ кгс/см²;

после загорания сигнальной лампы ТМ на пути локомотива, расположенного в составе, машинист этого локомотива должен произвести аналогичную ступень разрядки тормозной магистрали, а помощник машиниста — проверить действие тормозов на торможение и отпуск на первых пяти вагонах за локомотивом.

Для предотвращения разрыва поездов набор и сброс тяговых и тормозных позиций (за исключением экстренного торможения) производят таким образом, чтобы возрастание силы тяги от нуля до максимального значения и ее снижение с максимального значения до нуля происходило не менее чем за 25 с. Недопустимы несогласованные действия машинистов при управлении тормозами, т. е. торможение на одном локомотиве и отпуск на другом, а также отпуск тормозов при движении поезда с головного локомотива без своевременной передачи команды машинисту локомотива в составе или хвосте поезда.

Режимы трогания соединенных грузовых поездов или грузовых поездов с локомотивами в составе или хвосте поезда устанавливают с

учетом местных условий. Разрешается при трогании приводить в тяговый режим локомотив, находящийся в составе или хвосте поезда, одновременно с головным. Опережение включения тяговых двигателей на втором локомотиве по отношению к включению их на головном допускается 3—6 с. Включение и отключение тяговых двигателей машинисты локомотивов, расположенных в составе или хвосте поезда, осуществляют, руководствуясь режимной картой, а при загорании лампы ТМ в пути следования производят ступень регулировочного торможения.

Поездная радиосвязь считается неисправной, если не поступает ответ на взаимный вызов машинистов локомотивов в голове, составе или хвосте поезда.

При одновременной неисправности поездной радиосвязи и датчика № 418 разрешается довести поезд до ближайшей станции со скоростью не более 40 км/ч, где такой поезд должен быть разъединен для дальнейшего следования обычным порядком. Ведение поезда до ближайшей станции осуществляют с особой осторожностью; в случае необходимости регулировочные торможения производят ступенью 0,8—1,0 кгс/см².

При этом машинисты локомотивов, находящихся в составе или хвосте поезда, включают и отключают тяговые двигатели с учетом профиля пути и скорости движения; сигналом начала торможения для них при неисправности датчика № 418 становится понижение давления в тормозной магистрали, о чем судят по показаниям манометра.

Отпуск автотормозов машинисты локомотивов, находящихся в составе или хвосте поезда, производят переводом ручки крана машиниста в положение II после повышения давления в тормозной магистрали, или начавшегося выпуска сжатого воздуха через атмосферное отверстие крана машиниста, или после остановки поезда.

В случае непредвиденной остановки поезда и расположения при этом второго либо последующих электровозов в месте секционирования контактной сети машинист такого локомотива должен опустить токоприемники и сообщить об этом машинисту головного электровоза.

При возникновении неисправности контактной сети и возможности проследования места неисправности с опущенными токоприемниками машинист головного электровоза дает команду всем остальным машинистам на отключение тока и опускание токоприемников. Подъем токоприемников производят на электровозах по мере проследования места повреждения контактной сети. Поэтому отказаться от нахождения машинистов на локомотивах, расположенных в составе или хвосте поезда, нельзя даже в том случае, когда локомотивы работают по системе многих единиц, а передача управляющих сигналов осуществляется по радио.

В целом же применение кратной тяги является вполне отработанным и приемлемым способом дальнейшего повышения массы и длины поездов, позволяет осваивать возрастающие объемы перевозок при-

существующем развитии отечественного железнодорожного транспорта и его средств тяги.

Соединение составов. В большинстве случаев невозможно соединить составы в пределах станций из-за отсутствия путей необходимой длины.

Поэтому их соединение, как правило, выполняется на перегоне, что связано с потерей времени, а, следовательно, с уменьшением пропускной способности участков. Сложность операций по соединению составов предъявляет весьма высокие требования к квалификации локомотивных бригад, их дисциплине и четкости выполнения отдельных действий.

Работники диспетчерского аппарата и локомотивных бригад должны быть заранее проинструктированы о местах, рекомендованных для соединения поездов, о порядке выполнения соответствующих операций.

В качестве примера рассмотрим такие места на трех смежных перегонах одного из участков сети (рис. 34), где практикуется вождение соединенных поездов с размещением электровозов ВЛ8 в голове и середине состава.

На первом из них *О—У* (рис. 34, *а*), примыкающем к сортировочной станции, установлено место соединения поездов с 93-го по 96-й километр. Профиль пути в этом месте близок к площадке, уклоны не превышают 1,7 ‰.

Первый поезд, который не должен быть порожняковым, для соединения останавливается у входного сигнала блок-поста — 97-й километр. Головная часть поезда в этом случае оказывается на подъеме 1,4 ‰, а хвостовая может быть на спуске 1,0 ‰. Получив от машиниста первого поезда необходимую информацию, машинист второго поезда приводит его в движение и следует на соединение с особой бдительностью.

На расстоянии 50–100 м от хвоста первого поезда скорость движения второго должна быть не более 3 км/ч. После соединения составов машинист второго поезда обязан лично убедиться в том, что автосцепки сцепились правильно.

Если время соединения поездов равно 30 мин, необходимо произвести опробование автотормозов у первого поезда по срабатыванию тормозов в двух хвостовых вагонах, а у второго — обычным порядком по срабатыванию тормозов первых пяти вагонов. Трогание поезда с места осуществляет первый электровоз, на втором включают тяговые двигатели после натяжения состава.

На следующем перегоне *У—П* (рис. 34, *б*) также выделено место для соединения поездов. Оно располагается на площадке 105–107-го километров. Электровоз первого поезда следует на выбеге, поезд останавливается у предвходного светофора станции *П*. После подхода второго поезда и выполнения операций по соединению соединенный состав отправляется.

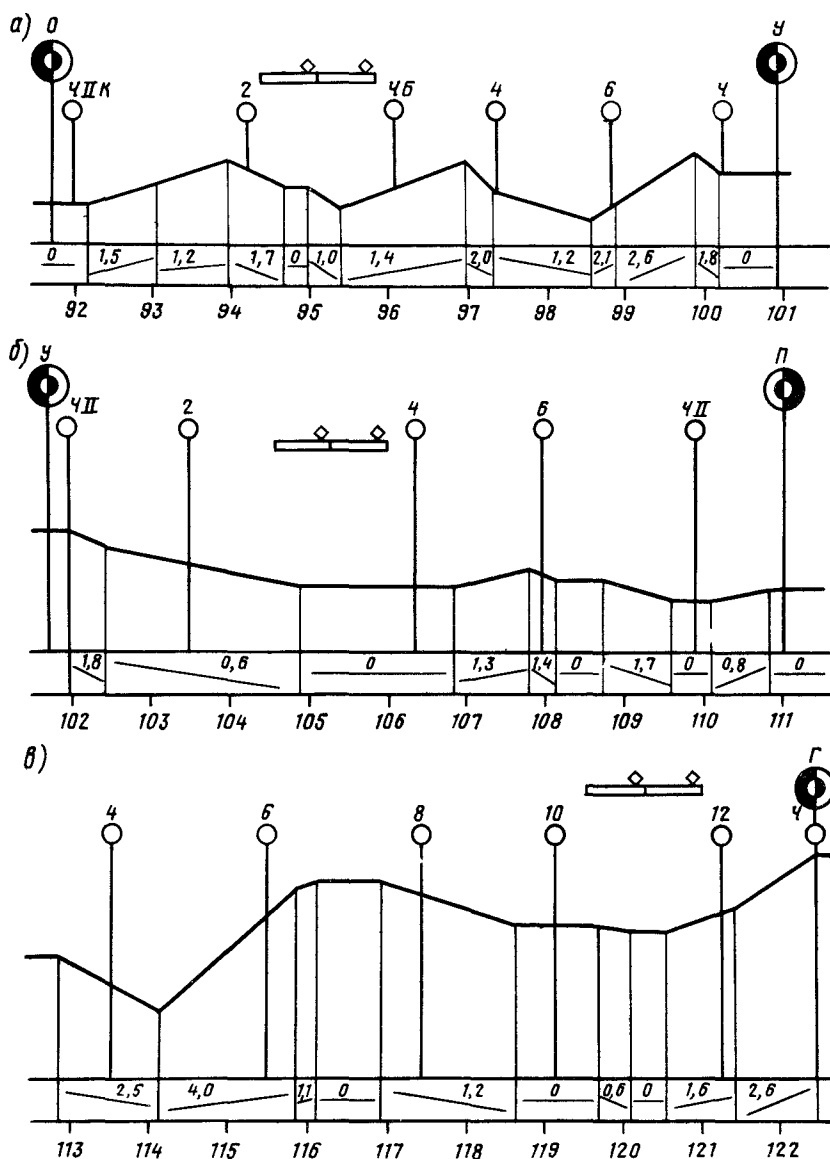


Рис. 34. Места, рекомендованные для объединения составов в соединенный поезд на перегоне

Опробование автотормозов на их действие при движении соединенного поезда разрешается произвести на 118-м километре следующего перегона П–Г (рис. 34, в), на котором также выделено место для соединения поездов. Оно расположено на 119–121-м километрах, практически представляющих собой площадку: уклон не превышает 1 ‰.

Электровоз первого поезда следует на выбеге, и поезд останавливается у предвходного светофора станции Г. При этом голова поезда находится на площадке, а хвостовая часть – на уклоне крутизной 0,3 ‰. После подхода второго поезда и соединения составов, учитывая, что соединенный поезд расположен перед подъемом, допускается трогание его путем одновременного набора позиций на электровозах в голове поезда и в середине состава.

Глава 5. ВОЖДЕНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ

§ 28. РЕЖИМЫ ВОЖДЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ ЭЛЕКТРОВОЗАМИ

Применение в практике вождения пассажирских поездов оптимальных режимов управления локомотивом позволяет улучшить использование его мощности, повысить массу поезда и скорость движения, соблюдать нормативы графика и обеспечивать комфортность пассажиров. От режима ведения во многом зависит расход топливно-энергетических ресурсов.

Локомотивные бригады из опыта работы знают, что для каждого поезда имеется свой оптимальный режим ведения. Разнообразие обстоятельств, сопутствующих ведению каждого поезда, не допускает шаблона в работе локомотивных бригад. В каждом конкретном случае в зависимости от реальных условий движения данного поезда выбирается и режим работы локомотива.

Вождение поездов электровозами переменного тока. Рассмотрим для примера режим ведения пассажирского поезда нормальной длины массой до 1000 т на реальном профиле пути. Пассажирский поезд, состоящий из локомотива и определенного количества вагонов (в нашем примере 17), представляет собой сложную механическую систему.

Поезд ведет электровоз ЧС4^т (ЧС8). Перед троганием поезда с места необходимо убедиться в том, что включен главный выключатель (на электровозе ЧС8 одной кнопкой включают главные выключатели обеих секций), поднят токоприемник (обычно задний), горят необходимые сигнальные и осветительные лампы, переключатели "Компрессоры" и "Вентиляторы" установлены в положение автоматического включения (А — переключатели компрессоров, О — переключатели вентиляторов), сигнальные лампы на пульте управления электровозом не горят, горит лампа "Нулевая позиция ПС" зеленого цвета, на электровозе ЧС8 не должна мигать красная лампа аварийного режима.

Убедившись по приборам, расположенным на пульте управления, что напряжение в контактной сети не ниже 19 кВ, давление в напорной магистрали превышает 7,5 кгс/см², а в тормозной составляет 5,0–5,2 кгс/см², машинист устанавливает реверсивную рукоятку контроллера в положение „Вперед” (условное обозначение этого положения ХВп).

Перед отправлением поезда локомотивная бригада проверяет включение АЛСН и поездной радиосвязи, знакомится с выданными предупреждениями, правильностью заполнения справки формы ВУ-45 и обеспечения поезда тормозами согласно установленным нормативам на каждые 100 т массы поезда. Помощник машиниста выписывает номера километров, на которых имеются ограничения скорости или остановки, чтобы своевременно объявлять их машинисту.

Включают мотор-вентиляторы за 3–5 мин до отправления поезда; на промежуточных станциях при стоянках менее 10 мин мотор-вентиляторы не выключают.

Машинист и его помощник, прежде чем привести в движение поезд, лично убеждаются в разрешающем показании светофора. Помощник громко и четко произносит "Вижу выходной (маршрутный) светофор с... пути зеленый (желтый), скорость не выше ... км/ч, маршрут отправления наш". Машинист повторяет эту фразу, и только после этого можно привести поезд в движение.

Во всех случаях перед отправлением локомотивная бригада убеждается в том, что отсутствуют сигналы, подаваемые с поезда или другими работниками, запрещающими приведение его в движение, а также получает установленный сигнал (в зависимости от местных условий станции, обслуживаемых участков) от дежурного по станции на отправление.

После объявления помощником машиниста минутной готовности машинист еще раз убеждается в разрешающем показании светофора и приводит поезд в движение.

Далее набирать позиции следует по одной, выдерживая рукоятку контроллера на каждой из них в течение 2–3 с (3–4 с на электровозах ЧС8). Это позволяет плавно натянуть сцепные приборы поезда, "выбрать" все имеющиеся в них зазоры и одновременно достигнуть максимального (без пробоксовки колесных пар) ускорения.

Полную силу тяги развивают после того, как весь поезд пришел в движение и локомотив проследовал не менее 5–8 м, так как при этом зазоры в автосцепках выбраны. Во время пуска электровоза следят за показаниями амперметров на пульте управления с тем, чтобы не допускать ток тяговых двигателей более 1600–1700 А (на электровозе ЧС8 не более 2100–2200 А).

Чтобы повысить коэффициент сцепления, особенно при влажных и загрязненных рельсах, и предотвратить боксование электровоза, производят подачу песка под его колеса с помощью кулачкового переключателя "Песок" или ножной педалью (на электровозе ЧС8 используют кнопку "Догружатель осевых сил"). Для обеспечения наибольшей эффективности пескоподдачи необходимо подавать песок импульсами продолжительностью около 0,3 с с периодом повторения 0,8–1,5 с.

На электровозах ЧС4^г, ЧС8 обеспечивается автоматическая подсыпка песка при возникновении боксования (разность токов между

двумя смежными тяговыми двигателями, включенными параллельно, более 130 А). Переключатель "Песок" устанавливают в положение "А". В этом случае на электропневматические клапаны песочниц воздействуют непосредственно реле боксования. При проезде стрелочных переводов необходимо этот переключатель выключать.

Разгон электровоза машинист производит плавно, перемещая штурвал контроллера из положения "Х" в положение "+1" с последующим возвратом в положение "Х", затем опять в положение "+1" и т. д. При каждом перемещении штурвала в положение "+1" переключатель ступеней осуществляет переход с одного вывода регулируемой первичной обмотки тягового трансформатора на следующий с большим напряжением. Интенсивность набора позиций в основном зависит от коммутационной устойчивости тяговых двигателей, т. е. от реактивной ЭДС.

На электровозах ЧС4^т и ЧС8 предусмотрено 32 позиции изменения напряжения, причем все ходовые, поэтому на каждой позиции допускается длительная езда. На пульте машиниста электровоза ЧС8 расположен электронный указатель позиций, по которому определяют номер позиции переключателей ступеней. При наборе (сбросе) позиций периодически загорается и гаснет сигнальная красная лампа "ПС промежуток". Следует помнить, что максимальное напряжение на тяговых двигателях не должно превышать 900 В, длительный ток должен находиться в пределах 1100–1400 А, максимальный – не выше 1800 А (для электровоза ЧС8 – не более 2250 А).

Чтобы вести поезд плавно, без рывков, машинист должен четко представлять себе профиль пути данного участка. Необходимо помнить, что в зависимости от профиля пути состав поезда должен быть либо полностью растянут, либо полностью сжат.

Рассмотрим отдельные приемы управления электровозами ЧС4^т и ЧС8 при следовании с поездом на различных профилях пути. Режим ведения поезда выбирается в соответствии с расписанием и условиями, характеризующимися определенными тягово-энергетическими параметрами (рис. 35). В рассматриваемом конкретном случае длина перегона составляет 10,27 км, время прохода его по расписанию 9 мин. Следовательно, поезд должен проследовать этот участок со средней скоростью 68,5 км/ч; при этом нужно учитывать довольно сложный профиль пути, ограничения скорости по стрелочным переводам 40 км/ч на расстоянии 1 км и необходимость опробования тормозов со снижением скорости движения с 80 до 70 км/ч на расстоянии 350 м.

Сообразуясь с этими данными, следует максимально использовать мощность локомотива при разгоне на более легком профиле пути на первом этапе ведения поезда с тем, чтобы при вступлении на продолжительный подъем состав был растянут и рукоятка контроллера находилась на 18–20-й позициях (рис. 35, а). При прохождении небольшой площадки необходимо увеличить позиции до 24–26-й (для электровоза ЧС8 достаточно 22–24-й), не допуская при этом боксования

колесных пар, т. е. своевременно подсыпая песок частыми, но небольшими порциями (на электровозе ЧС8 применением догрузателя осевых нагрузок с помощью кнопки на пульте управления). В случае значительного боксования колесных пар уменьшают позиции контроллера машиниста на две-три с тем, чтобы избежать "рывка" по составу; нежелательных реакций по поезду, т. е. не вызывать неблагоприятных ощущений у пассажиров.

На нагревание тяговых двигателей влияет также интенсивность охлаждения и первоначальная температура их обмоток. При ведении поезда вентиляторы должны работать в длительном режиме с высокой частотой вращения и после выключения тяговых двигателей с тем, чтобы происходило охлаждение тяговых двигателей, выпрямительных установок, сглаживающих реакторов, резисторов ослабления возбуждения и маслоохладителей тягового трансформатора.

При подъезде к месту проверки действия тормозов в пути следования помощник машиниста напоминает машинисту: "269-й километр, пикет 1, проба тормозов". Машинист отвечает: "Понял; 269-й километр, пикет 1, проба тормозов".

Локомотивная бригада при отправлении со станции и следовании по перегонам ведет непрерывное наблюдение за сигналами, сигнальными знаками и указателями, выполняет их требования, машинист и помощник повторяют друг другу все сигналы светофоров, сигналы остановки и уменьшения скорости, подаваемые с пути и поезда. Первым называет сигнал помощник, а машинист повторяет сигнал, только лично убедившись в его показании. После проследования предвходного сигнала называют показание входного по форме: "Входной сигнал зеленый, скорость ... км/ч". При следовании по станции помощник машиниста встает со своего места и стоя проследует станцию от входных до выходных стрелок. При проследовании ее с ходу машинист на оси станции подает сигнал свистком малой громкости, а за 50–100 м до помещения дежурного и 50–100 м после него локомотивная бригада открывает окна и в темное время суток включает тусклое освещение кабины и ходовых частей локомотива. Окна открывают только со стороны дежурного по станции. При следовании по станции локомотивная бригада следит за сигналами, подаваемыми ее работниками, а также за движением поездов и маневровых локомотивов на смежных путях, принимая немедленно меры к остановке при угрозе безопасности движения.

В случае встречи поездов на перегонах, станциях в ночное время помощник машиниста нечетного поезда первым переключает прожектор с яркого света на тусклый.

Со скорости 80 км/ч машинист производит опробование тормозов на их действие, снижая давление в тормозной магистрали на 0,5 кгс/см². Только после тормозного эффекта, т. е. снижения скорости на 10 км/ч, на расстоянии, указанном в приказе (в нашем случае 350 м), машинист производит отпуск тормозов, установку ручки крана машиниста в положение I. Если тормозной эффект не будет получен в

течение 5–10 с, принимают все меры к остановке поезда для выяснения причины неудовлетворительной работы тормозов. После опробования тормозов машинист переводит электровоз в режим тяги; установив рукоятку контроллера в положение "Автомат", он набирает 24 позиции (22 для электровоза ЧС8). Последние три-четыре позиции набирают, перейдя на ручное управление, по одной. Станцию Ж поезд проследует без остановки. По мере увеличения скорости доводят позиции до 26–28-й (24-й для ЧС8), при скорости 100–105 км/ч сбрасывают нагрузку.

На перегоне Ж–Д (см. рис. 35, а) имеется продолжительный спуск, поэтому машинист должен максимально накопить и использовать кинетическую энергию поезда. Дальнейшее следование ведется в режиме выбега за счет накопленной кинетической энергии поезда, в необходимых случаях применяют электропневматические или электрические тормоза. Расстояние между станциями Ж и Д составляет 15,4 км/ч, время прохода его по расписанию 9 мин. Следовательно, скорость следования должна быть в среднем 103 км/ч. Максимальная допустимая скорость по участку 120 км/ч; имеются ограничения скорости по кривым 110 км/ч и станции Д 100 км/ч.

Участок Д–П (рис. 35, б) наиболее сложен по режиму ведения поезда; длина участка 12,3 км, время прохода по расписанию 7 мин, средняя скорость следования должна быть 102,6 км/ч. После проследования станции Д со скоростью 100 км/ч машинист набирает 26-ю позицию (для электровоза ЧС8 24-ю позицию) и, достигнув скорости 120 км/ч, 28-ю позицию (для ЧС8 26-ю позицию), применяя еще три ступени ослабления возбуждения тяговых двигателей. При подходе к вершине подъема можно снять ослабление возбуждения и, только после того как не менее двух третей состава перевалит на более легкий профиль (спуск), штурвал контроллера машиниста перевести на нулевую позицию.

Когда поезд вступает на перегон, где имеется ограничение скорости, помощник объявляет машинисту о допустимой скорости движения по перегону и называет скорость и номера километров, на которых скорость ограничена. За 2–3 км (298-й километр) до места ограничения скорости помощник машиниста объявляет машинисту об этом. Место ограничения скорости движения или место производства работ локомотивная бригада проследует при скорости, указанной в предупреждении, с повышенной бдительностью, наблюдая за состоянием пути или других устройств, вызвавших ограничение скорости, за людьми и механизмами, а также за подаваемыми сигналами. Помощник машиниста проследует это место стоя.

При подаче сигналов уменьшения скорости или остановки, а также возникновении препятствия для дальнейшего движения поезда принимают меры к уменьшению скорости или экстренной остановке.

На станции П (см. рис. 35, б), расположенной на перевалистом профиле, имеется ограничение скорости по выходным стрелочным переводам: 70 км/ч. Применяв реостатное торможение и снизив ско-

рость до необходимой, производят набор 24 позиций с тем, чтобы поддержать скорость и своевременно произвести сброс позиций перед началом проследования нейтральной вставки в обесточенном состоянии.

Выбор способа торможения определяется режимом ведения поезда и профилем пути. Если сравнить эффективности торможения со скорости 100 км/ч и выше при использовании пневматического тормоза в пассажирском режиме и реостатного тормоза, то тормозной путь во втором случае сокращается более чем в 2 раза, уменьшается время на подготовку к управлению тормозами.

Большим достоинством реостатного тормоза является то обстоятельство, что от машиниста не требуется наблюдать за показаниями электроизмерительных приборов, ожидать выпуска воздуха из магистрали после приведенной ступени торможения (как при пневматическом торможении). Кроме того, лучше обеспечивается безопасность движения, так как пневматические и электропневматические тормоза остаются в резерве.

Изменение тормозных токов возбуждения и якорей тяговых двигателей обеспечивается системой автоматического регулирования в соответствии с заданными ограничениями. По мере уменьшения скорости движения ток возбуждения продолжает увеличиваться, а ток якоря снижаться. После достижения током возбуждения 1250 А (при скорости примерно 90 км/ч) он остается неизменным в течение времени снижения скорости движения.

Степень использования реостатного тормоза контролируют по манометру давления в задатчике тормозной силы. После ступени торможения краном машиниста давление в тормозной магистрали снизилось, например, на 0,5–0,6 кгс/см², при этом в задатчике тормозной силы устанавливается давление 1,5–2,0 кгс/см². Приведением же в действие тормозной рукоятки можно повысить давление в задатчике до 4,0 кгс/см² и тем самым обеспечить полное использование реостатного тормоза, а следовательно, существенно повысить эффективность торможения (примерно в 1,5 раза) без увеличения тормозного нажатия колодок вагонов. Давление в датчике автоматически ограничивается значением 4,0 кгс/см² независимо от задержки рукоятки в тормозном положении дольше определенного времени. Это облегчает машинисту управление режимом торможения.

При аварийных режимах реостатного торможения или в случаях его отказа происходит автоматическое замещение его пневматическим тормозом с эффективностью, соответствующей давлению в задатчике тормозной силы.

Важно помнить, что перед предупредительным сигнальным знаком "Отключить ток", установленным перед нейтральной вставкой, следует поднять давление воздуха в главных резервуарах до 9,0 кгс/см², установив переключатели "Компрессоры" в положение "Р". После этого выключить все вспомогательные машины и отопление (особенно обогрев лобовых стекол зимой), ночью переключить тумблер "Прожек-

тор" на тусклое освещение, выключить освещение подкузовное, тамбура и машинного помещения.

При следовании по нейтральной вставке питание цепей управления электровоза происходит от аккумуляторной батареи, поэтому необходимо уменьшить нагрузку на нее с тем, чтобы облегчить включение стабилизатора напряжения.

На расстоянии 50 м от нейтральной вставки установлен предупредительный сигнальный знак "Включить ток на электровозе", после которого машинист в режиме "Автомат" набирает 24–26 позиций (см. рис. 35, б). Первые три позиции набирают по одной, устанавливая штурвал контроллера машиниста в положение "+1" с последующим возвращением в положение "Х" и выдержкой 2–3 с (на электровозе ЧС8 3–4 с) на каждой из них, чтобы обеспечить нормальное включение вентиляторов и сбор электрических цепей.

При переходе состава поезда на спуск главную рукоятку контроллера машинист должен перевести на 28-ю позицию с применением двух-трех ступеней ослабления возбуждения. Достигнув скорости 110 км/ч, сбросить нагрузку и вести поезд на выбеге. Вентиляторы остаются включенными на все время следования электровоза на выбеге для охлаждения электрических машин, не допуская их нагрева сверх допустимой температуры; для электровозов ЧС4¹, ЧС8 с изоляцией обмоток якоря и полюсов класса Н она равна 160 °С.

Перед следующим подъемом, когда скорость поезда достигла 120 км/ч, важно одновременно (для уменьшения отяжки и связанных с ней продольных сил между вагонами, появляющихся при переломе профиля) уловить момент, в который необходимо увеличить скорость, т. е. "подхватить" состав, используя 28-ю – 30-ю позиции и три ступени ослабления возбуждения. Преодолевают в этом случае подъем за счет накопленной кинетической энергии со значительно меньшим током тяговых двигателей.

Машинист ведет поезд по спуску, учитывая крутизну и длину уклона в растянутом (при включенном контроллере) или сжатом состоянии без тока, не допуская превышения установленной скорости. Переход от сжатого состояния поезда к растянутому и наоборот осуществляют плавно, выбирая для этой цели участок пути с однородным профилем.

Вожение поездов электровозами постоянного тока. Режим ведения пассажирского поезда электровозом ЧС2 или ЧС7 пояснен на рис. 36, а и б. По пути данного профиля машинисты в основном следуют на последовательном и последовательно-параллельном соединениях тяговых двигателей, применяя ступени ослабления возбуждения. Если поезд опаздывает и имеется резерв времени по перегонам, выходят на параллельное соединение.

Передовые машинисты при ведении поезда придерживаются принципа равномерных скоростей при токах 360–400 А на электровозах ЧС2 и 400 А на электровозах ЧС7. Это обеспечивает максимальный КПД тяговых двигателей и, как следствие, наименьший расход энерго-

ресурсов. Указанный диапазон токов при изменении скоростей движения поддерживают, применяя различные соединения тяговых двигателей и изменяя ступени ослабления возбуждения тяговых двигателей.

Как уже упоминалось выше, машинист максимально использует запас кинетической энергии, накопленной поездом при следовании по спускам, для прохождения подъемов. Для этого к началу спуска машинист приводит поезд с наименьшей скоростью, на выбеге повышает ее до максимально допустимой по состоянию пути и перед подъемом переходит в режим тяги, т. е. "выхватывает" поезд, поддерживая при следовании по подъему нагрузку двигателей в пределах токов с максимальным КПД.

Весьма важен своевременный переход на режим выбега (см. рис. 36, б) и, следовательно, снижение скорости поезда при торможении до минимальной допустимой для выполнения перегонного времени хода.

Трогание поезда с места или пуск на электровозах постоянного тока характеризуется значительными потерями электроэнергии в пусковых резисторах. Потери энергии в пусковых резисторах для электровоза каждой серии при заданной массе поезда определяются скоростью выхода на естественную характеристику или длиной пускового пути. Это значит, что для сокращения потерь в пусковых резисторах необходимо реализовать максимальное возможное ускорение поезда, увеличив среднее значение пускового тока.

Зная это, машинист должен при взятии поезда с места в возможно кратчайшее время "выбрать" реостатные позиции при постоянном значении тока на двигателях около 500 А. При этом необходимо кратковременно подавать песок.

На электровозах серии ЧС7 последовательное соединение тяговых двигателей в основном должно использоваться только при взятии поезда и увеличении скорости до установленной для опробования тормозов.

Отопление вагонов поезда. Электрические цепи отопления вагонов питаются от обмотки отопления электровоза ЧС4^г напряжением 3000 В. Подсоединение цепи отопления поезда осуществляется с помощью штепселей или штепсельных розеток.

Управление включением цепи производится ключом, вставляемым в специальное гнездо на пульте машиниста; ключ включает электропневматический контактор отопления поезда. На электровозах ЧС7, ЧС8 питание в цепь отопления вагонов поезда может подаваться от любой секции электровоза. Подключение кабеля электрического отопления вагонов к цепям электровоза осуществляет поездной электромеханик в присутствии машиниста локомотива после опробования тормозов и получения справки о тормозах при опущенных токоприемниках, ключ КУ от электровоза должен находиться у машиниста.

Убедившись в том, что токоприемники опущены, поездной электромеханик присоединяет кабель к штепсельному разъему, блокирует его специальным ключом, который и передает машинисту. Машинист убеждается в надежном присоединении высоковольтного кабеля и, придя на электровоз, включает главный выключатель и поднимает токоприемник. После подключения стабилизатора напряжения машинист вставляет в гнездо на пульте ключ, полученный от электромеханика, проверяет работу контактора отопления поезда. О включении контактора и целости цепи электрического отопления поезда сигнализируют указатели его положения.

Если после включения цепи отопления поезда на электровозе отключится главный или быстродействующий (БВ) выключатель (на ЧС7, ЧС2), следует восстановить защиту и произвести повторное включение электрического отопления. Об отключении ГВ или БВ необходимо сообщить поездному электромеханику для устранения неисправности в цепи отопления поезда.

В пути следования машинист во время отопительного сезона постоянно поддерживает установленный местной инструкцией тепловой режим в вагонах поезда. Отключение электрического отопления машинистом производится только перед проследованием нейтральных вставок, воздушных промежутков, а также на длительных стоянках поезда с целью обеспечения безопасности работников вагонного хозяйства при осмотре состава поезда.

§ 29. ВОЖДЕНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ ТЕПЛОВОЗАМИ

Режимы работы тепловоза, в частности ТЭП60, отличаются большим разнообразием и зависят от массы поезда, перегонных времен хода, от того, следует ли поезд по графику или с опозданием, климатических условий, наличия предупреждений, теплотехнического состояния тепловоза, условий пропуска по участку и т. д.

Опытные машинисты выбирают оптимальный режим работы тепловоза для каждого поезда. Наиболее важными оценочными показателями режима работы тепловоза являются время работы дизеля по позициям контроллера машиниста, коэффициент использования мощности дизеля, количество переключений контроллера машиниста (набор и сброс позиций).

Машинист, ведя пассажирский поезд с одной и той же характеристикой на одном и том же обслуживаемом участке для каждой поездке, учитывает особенности состава и условия пропуска по участку и использует наивыгоднейшие рациональные режимы работы дизель-генераторной установки (ДГУ), которые в сложившихся условиях ведения поезда по участку при строгом соблюдении требований ПТЭ и должностных инструкций обеспечивают наименьший расход топлива.

Каждому положению рукоятки контроллера соответствуют определенные мощности, КПД и сила тяги. КПД тепловоза не является величиной постоянной и зависит от положения рукоятки контроллера, скорости движения, ступеней ослабления возбуждения. Наименьший расход дизельного топлива достигается при наибольшем КПД тепловоза.

Скорость следования поезда не только по участку, но и по элементам профиля пути должна соответствовать графиковому времени на каждом перегоне. Увеличение скорости допускается только в случаях введения опаздывающего поезда в график.

Во время трогания поезда со станции, расположенной на горизонтальном участке пути или на подъеме, после плавного трогания состава набирать позиции следует таким образом, чтобы ток нагрузки главного генератора был максимальным допустимым, т. е. чтобы тепловоз отдавал максимальную мощность. Это необходимо для сокращения времени работы в зоне наименьшего КПД дизель-генераторной установки с завышенным расходом топлива (включая 6-ю позицию контроллера).

При наборе позиций выдерживается интервал 2–3 с до 4-й позиции и 4–6 с в дальнейшем. Это необходимо для обеспечения дизеля требуемым количеством воздуха, подаваемым ротором турбокомпрессора и нагнетателем 2-й ступени для полного сгорания дизельного топлива.

На скорости 55–60 км/ч, т. е. после срабатывания реле перехода, рукоятку контроллера машиниста переводят на одну из промежуточных позиций, на которой КПД тепловоза наибольший.

При достижении скорости 75–80 км/ч, т. е. после срабатывания реле перехода, выбирают позицию, которая соответствовала бы скорости поезда для выполнения графикового времени на данном перегоне. В случае нечеткой работы реле перехода (позднее отключение) при следовании поезда на подъем отключают тумблер УП ("Управление переходами") вручную, что обеспечивает полное использование тяговыми двигателями мощности главного генератора. Тумблер УП отключают при скорости поезда 50–45 км/ч с учетом того, что в дальнейшем она увеличиваться не будет. При достижении скорости 55–60 км/ч и дальнейшем ее увеличении тумблер УП включают. На 15-й позиции контроллера мощность тепловоза должна быть 1835 кВт, частота вращения коленчатого вала дизеля 750 об/мин, а рейки топливных насосов находятся на упоре.

Рассмотрим режим ведения пассажирского поезда массой 1178 т на реальном профиле пути однопутного участка У–II тепловозом ТЭП60 (рис. 37, а и б).

Убедившись в разрешающем показании выходного (маршрутного) светофора, включении АЛСН и радиостанции, в том, что все пассажиры произвели посадку в вагоны, проводники вагонов не стоят с развернутыми красными флажками, а показывают свернутые желтые флажки, машинист устанавливает реверсивную рукоятку в положение,

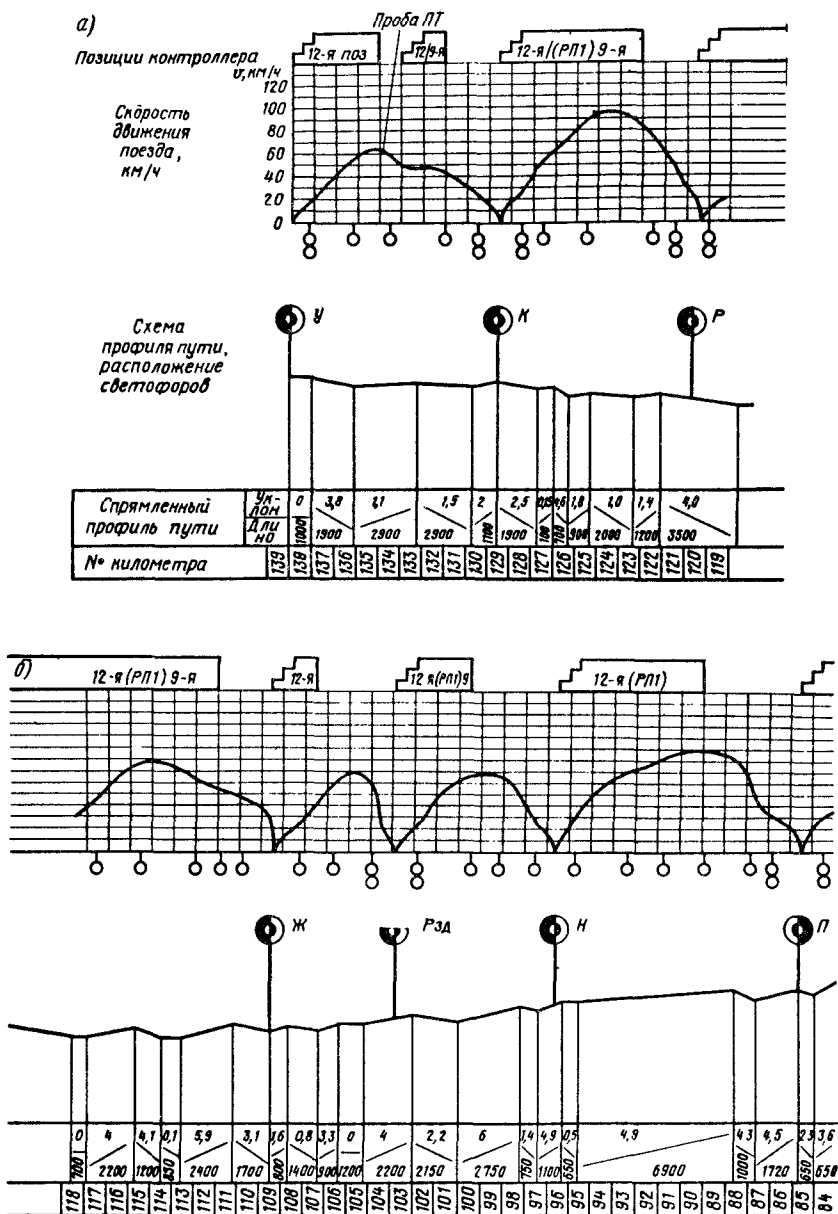


Рис. 37. Режим ведения пассажирского поезда тепловозом ТЭП60 на участках У-Р (а) и Р-П (б)

соответствующее направлению движения, и приводит поезд в движение, переведя штурвал контроллера с нулевой на 1-ю позицию.

В зависимости от состояния головок рельсов производится подача песка. После плавного трогания поезда с места увеличивают позиции контроллера до 12-й с интервалом набора позиций 2–3 с до 4-й и 4–6 с после 4-й. На 12-й позиции мощность дизеля при 675 об/мин должна быть примерно 1450 кВт. В своей практической деятельности машинист руководствуется токовыми нагрузками, которые рекомендованы заводом-изготовителем. В месте (135-й километр), установленном приказом начальника дороги, производят опробование тормозов со скорости 60 км/ч и снижение ее на 10 км/ч на определенном расстоянии. После опробования тормозов набирают позиции до 12-й, при скорости 50 км/ч и срабатывании реле перехода уменьшают число позиций до 9 и мощность до 1160 кВт. Поскольку впереди имеется уклон, сбрасывают позиции до нулевой. На участке К–Р к 124-му километру скорость поезда достигает максимальной допустимой: 100 км/ч. В конце уклона набирают постепенно 12-ю позицию, сбрасывают позиции до нулевой. Далее следуют на выбеге.

Допустим, поезд принимают на боковой путь станции. Перед входным светофором с двумя желтыми огнями приводят в действие тормоза, отпуск их производят при скорости 45 км/ч в непосредственной близости от стрелочного перевода. Применяв ступень торможения, останавливают поезд у сигнального знака "Остановка локомотива", после чего производят вторую ступень торможения и отпуск в положении I ручки крана машиниста.

После высадки и посадки пассажиров, погрузки и выгрузки багажа и почты при разрешающем показании выходного сигнала и подаваемого дежурным по станции на отправление приводят поезд в движение, плавно трогая с места и постепенно набирая девять позиций контроллера. При достижении скорости 30 км/ч переводят рукоятку контроллера на нулевую позицию. Впереди уклон: последний вагон проходит стрелочный перевод со скоростью 40 км/ч. В конце уклона в кривой с ограничением скорости 90 км/ч поезд набирает скорость 80 км/ч (см. рис. 37, б). Затем на небольшом подъеме скорость падает до 75–70 км/ч. За 500–600 м до разрешающего входного сигнала станции при скорости 55–60 км/ч переводят рукоятку контроллера на нулевую позицию. Поезд со скоростью 40 км/ч следует на боковой путь станции с остановкой.

Описанный режим ведения используется машинистами при следовании поезда по графику согласно расписанию.

В случае опаздывания поезда и имеющейся возможности нагона режим ведения меняется. Перед крутыми подъемами необходимо обеспечить максимальную допустимую скорость, перейдя на высокие (14-ю или 15-ю) позиции контроллера. В результате появляется возможность расхода запасенной поездом кинетической энергии на преодоление крутых подъемов с минимальным временем на их прохождение. На легких элементах профиля следует пользоваться промежуточными

(12, 11, 10-й) позициями, а на спусках и незатяжных подъемах небольшой крутизны вести поезд в режиме выбега. Не следует резко переводить рукоятку контроллера на высшую позицию, так как это приводит к неполному сгоранию топлива в цилиндрах дизеля. Резкое изменение частоты вращения коленчатого вала дизеля, т. е. быстрый набор или сброс позиций контроллера машиниста, усиливает "насосное действие" уплотнительных колец.

Из-за больших инерционных усилий, возникающих при резком изменении частоты вращения вала, нарушаются на какое-то время условия смазки узлов и деталей дизеля. В узлах трения вместо жидкостного трения может стать полужидкостным. Уменьшение подачи смазки в некоторых случаях приводит к более интенсивному изнашиванию трущихся деталей, увеличение ее — к повышению расхода масла. Перевод рукоятки контроллера с позиции на позицию рекомендуется производить с интервалом не менее 2—6 с.

Полезно осуществлять переходы со ступени ослабления возбуждения ОП1 на ОП2 или с ОП1 на ПП с помощью ручного управления, тщательно согласуя такие переходы со скоростью движения, уменьшать до минимума время работы вентилятора холодильника, однако при любых условиях температура охлаждающей воды дизеля должна быть около 80 °С, масла — не менее 65—70 °С.

Дизель не должен работать длительно в переходных режимах при резком снижении частоты вращения вала, потому что в его цилиндрах в этот период развиваются чрезмерно высокие температуры, повышается давление. Это вызывает недопустимый нагрев головок поршней и втулок, что значительно ухудшает условия их смазки и охлаждения.

Локомотивной бригаде приходится постоянно следить за нагрузкой дизеля (особенно на самой высокой позиции рукоятки контроллера), контролировать исправность регулятора частоты вращения и мощности, топливной аппаратуры, правильную регулировку системы возбуждения тягового генератора. В случаях когда наблюдается несоответствие мощностей дизеля и генератора на максимальной позиции контроллера, машинист производит соответствующую запись в журнале технического состояния о необходимости регулировки дизель-генератора на реостате.

Локомотивная бригада при ведении поезда обязана поддерживать оптимальный, установленный инструкцией по эксплуатации тепловой режим работы дизеля, не допускать резких температурных перепадов. Дизель не может работать без искусственного охлаждения. Охлаждение его маслом и водой обеспечивает выравнивание температур деталей и узлов. Большие температурные перепады (свыше 15 °С) могут привести к повышению тепловых напряжений в деталях дизеля. Из-за образования трещин во втулках и потери упругости резиновых колец охлаждающая вода из системы может попасть в картерное масло и вывести дизель из строя. Во избежание этих последствий систематически проверяют исправность оборудования охлаждения (секции холодильника, теплообменник, редуктор вентилятора холодильника и др.),

а также регулировку и точность срабатывания приборов системы автоматики управления холодильником тепловоза.

Перед поездкой и после нее локомотивная бригада контролирует уровень масла в картере. Нормально, если после рейса уровень масла несколько упадет из-за частичного его выгорания. Если уровень масла снизился сильно, следует проверить состояние дизеля и выявить места утечки масла.

Чтобы убедиться в отсутствии воды в картере, открывают заглушку и вентиль на сливной трубе из поддона картера. При попадании воды в картер из водяной системы дизеля уровень масла в расширительном баке понижается больше обычного. В этом случае из сливной трубы сначала потечет вода, затем водомасляная эмульсия и уже потом масло. Попадание воды из водяной системы в картер дизеля приводит, с одной стороны, к интенсивному выходу из строя подшипников коленчатых валов, с другой — к порче масла и повышению его расхода на угар. Для поддержания уровня масла в картере в установленных пределах локомотивная бригада должна его доливать. Попадание воды в масло значительно увеличивает механический износ деталей дизеля.

§ 30. ВОЖДЕНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ ПОВЫШЕННОЙ ДЛИНЫ

При ведении пассажирских поездов повышенной длины одним локомотивом увеличивается производительность локомотива, резко повышается производительность труда. Однако вождение поездов повышенной массы и длины наряду с улучшением использования мощности локомотивов приводит к увеличению нагрузки на узлы и детали и, следовательно, к их повышенному износу. В первую очередь это относится к колесным парам, тяговым двигателям с редукторным узлом, мотор-компрессорам, главным генераторам тепловозов.

Практика вождения таких поездов показала возможность использования одного локомотива для ведения состава из 24 вагонов. Дальнейшее увеличение массы поезда ограничивается тяговыми возможностями локомотива, его сцепными свойствами. Поэтому при вождении поездов, имеющих свыше 24 вагонов, целесообразно использовать либо более мощные локомотивы (ЧС7, ЧС8), либо сплотки из двух локомотивов, оборудованных системой СМЕТ, СМЕТ-радио или обслуживаемых двумя локомотивными бригадами.

Вождение пассажирских поездов повышенной длины (особенно одним локомотивом) создает для локомотивной бригады дополнительные трудности, предъявляет к ней особые требования, связанные с более высокой профессиональной подготовкой машиниста, доскональным знанием профиля пути, более тщательным осмотром и подбором локомотива, грамотным обслуживанием его в пути следования.

Режим работы локомотивов при вождении пассажирских поездов повышенной длины в основном зависит от того, насколько рационально машинисты используют их сцепные свойства.

Максимальным коэффициент сцепления будет при трогании и разгоне поезда на тяжелых подъемах. Нагрузки тяговых двигателей не должны превышать 1500–1600 А (электровозы ЧС4^Г) и 2000–2100 А (электровозы ЧС8) и при этом являются определяющим фактором для нагрузок силовых выпрямительных установок в длительном режиме и нагрузок другого оборудования электровозов. Длительное движение электровозов с большими нагрузками вызывает нагрев обмоток электрических машин сверх допустимых температур и приводит к повреждению изоляции тяговых двигателей (с превышением температуры сверх допустимой на каждые 10 °С срок службы изоляции снижается вдвое). Особенно важно соблюдать правильную работу мотор-вентиляторов в режиме выбега электровоза. В реальных условиях эксплуатации температура тягового оборудования, в частности тяговых двигателей, изменяется в широких пределах за время движения по участку. Чем тяжелее профиль пути и больше масса поезда, тем выше температура обмоток двигателей и, следовательно, больше продолжительность работы мотор-вентиляторов не только в тяговом режиме, но и при следовании на выбеге. Поэтому машинисту необходимо максимально использовать кинетическую энергию поезда, уменьшив тем самым токовые нагрузки и перегрев электрических машин в процессе движения по затяжному подъему.

Во многих депо накоплен опыт вождения пассажирских поездов повышенной длины с учетом профиля пути, типов локомотивов, профессионального мастерства вождения поездов передовыми машинистами, рекомендаций специалистов.

Многолетняя эксплуатация электровозов ЧС4^Г с поездами повышенной длины позволила сделать вывод о возможности вождения таких поездов без ущерба для технического состояния электровозов при условии применения рациональных режимов вождения. Особое внимание было уделено отработке технологии ведения поезда по сложным элементам профиля пути без превышения нормативов по токовым нагрузкам, управлению тормозами, обеспечивающему движение поезда без отяжек и набеганий вагонов. Предпосылкой для изучения и правильного применения рекомендованных режимов вождения поездов и управления локомотивами стало углубленное изучение профиля и плана пути. При поездах нормальной длины нет необходимости столь строго учитывать профиль пути, и отдельные локомотивные бригады знали профиль и план пути приблизительно. Для того чтобы водить поезда повышенной длины, этого явно недостаточно.

Одним из важнейших условий успешной поездки с поездом повышенной длины является тщательная подготовка и приемка электровозов в депо, так как малейшая неисправность какого-то узла может привести к сбою движения и даже к остановке поезда на перегоне.

Особое внимание следует уделить исправной работе песочниц электровоза, наличию в бункерах необходимого количества песка высокого качества, подбору электровозов с максимальной толщиной бандажей колесных пар, одинаковыми параметрами колесно-моторных блоков тяговых двигателей. Необходимо также убедиться в исправности тех узлов и агрегатов, которые должны выдерживать повышенные нагрузки, — это колесные пары, тяговые электродвигатели с редукторным узлом, мотор-компрессоры (на тепловозах тяговые генераторы).

Все локомотивы для вождения поездов повышенной длины должны быть обязательно оборудованы кранами машиниста № 395 с модернизированным стабилизатором, обеспечивающим темп ликвидации сверхзарядного давления с 6,0 до 5,8 кгс/см² за 80–120 с. Кран машиниста должен быть отрегулирован на зарядное давление в тормозной магистрали 5,0–5,2 кгс/см² или 4,8–5,0 кгс/см², если поезд оборудован тормозами западноевропейского типа КЕС. Регуляторы давления компрессоров локомотивов должны обеспечивать перевод их в рабочий режим при давлении воздуха в главных резервуарах $7,5 \pm 0,2$ кгс/см² (электровозы) и $8,0 \pm 0,2$ кгс/см² (тепловозы), на холостой ход при давлении $9,0 \pm 0,2$ кгс/см². Предохранительные клапаны на нагнетательном трубопроводе срабатывают при давлении сжатого воздуха в главных резервуарах не более $10,0 \pm 0,2$ кгс/см².

В зимний период, а также после длительного отстоя (12 ч и более) необходимо замерить сопротивление изоляции силовой цепи и тяговых электродвигателей, сделав соответствующую запись в журнале формы ТУ-152.

При приемке локомотива в пунктах оборота машинист выборочно осматривает два тяговых электродвигателя. В процессе осмотра электровоза машинист и его помощник убеждаются в исправном состоянии токоприемников, тяговых электродвигателей и вспомогательных машин, переключателей мощности, переключателя ступеней (губки электропневматических контакторов не должны иметь оплавлений и перекосов), защитных реле и в правильности действия электрической схемы, цепей реостатного тормоза, устройств автостопа и радиосвязи. Кроме того, необходимо осмотреть ходовые части и другие узлы механического оборудования, пневматическое оборудование, сигнальные принадлежности и инструмент, а также убедиться в наличии защитных средств (проверить сроки их испытаний). Перед выездом из депо спускают воду из главных вспомогательных резервуаров, маслоотделителей, проверяют уровень масла в картерах компрессоров.

После прицепки электровоза к составу поезда следует убедиться в правильности и надежности сцепления с первым вагоном состава, произвести опробование тормозов в поезде, получить справку формы ВУ-45, проверить правильность ее заполнения и соответствия тормозного нажатия установленным нормам. Затем локомотивная бригада должна убедиться во включении АЛСН и радиосвязи, наличии разр-

шающего показания выходного (маршрутного) светофора, а также в том, что давление в напорной магистрали максимально — $9,0 \text{ кгс/см}^2$. Последнее очень важно, так как при срыве стоп-крана в поезде, трогании с места в случае минимального давления $7,5 \text{ кгс/см}^2$ может сработать главный выключатель в процессе дальнейшей зарядки тормозов, приведение электровоза в работоспособное состояние может растянуться во времени, что приведет к длительной задержке поезда на станции, нарушению графика движения.

Чтобы плавно привести поезд в движение, набирают две-три позиции контроллером машиниста с выдержкой на каждой из них 2–3 с (для ЧС8 3–4 с). Это обеспечивает включение соответствующих аппаратов и сбор электрических цепей электровоза.

Одним из сложных элементов ведения поезда повышенной длины является разгон поезда до установившейся скорости движения.

Именно при этом необходимо проявить максимум внимания и профессионального мастерства.

Рассмотрим конкретный случай: поезд массой 1488 т (24 вагона) необходимо провести на участке С–З (см. рис. 35) перевалистого профиля, имеющего кривые среднего радиуса. Наиболее сложным является первоначальный перегон с преобладанием подъема до 10,7 % длиной 10,3 км, время прохождения его по расписанию 11 мин. В голове поезда находится электровоз серии ЧС4². Напряжение в контактной сети 24–26 кВ.

Примерно характеризуют режим ведения такого поезда данные в табл. 5–8.

После плавного трогания с места всего состава производят ручной набор (по одной) позиций контроллера, доходя до 14-й уже на 262-м километре, наиболее благоприятном для разгона профиле пути. К 265-му километру перед подъемом крутизной 10,8 % требуется максимально использовать мощность электровоза, не допуская боксования колесных пар и внимательно следя за показаниями приборов (ток тяговых двигателей достигает 1200 А при напряжении более 400 В), скорость поезда к этому времени достигла 60 км/ч.

В этот момент машинисту как никогда необходимо быть собранным, внимательным, "чувствовать" поведение поезда. Неоправданная поспешность при наборе позиций контроллера может привести к недопустимым перегрузкам тяговых двигателей, срабатыванию защитных реле, отключению главного выключателя и, как следствие, остановке на неблагоприятном профиле пути, длительной задержке поезда на перегоне, усложнению поездной обстановки на участке. Здесь особенно важно уметь применять песок, в нужный момент подавать его в место контакта колес с рельсами, заблаговременно предотвращая боксование колесных пар.

Если боксование все же началось, нельзя производить подсыпку песка, так как это может привести к круговому огню на коллекторе. В этом случае необходимо произвести сброс двух-трех позиций контроллера машиниста.

Таблица 5. Режим ведения поезда на перегоне С—Ж

Станция	Номер километра	Уклон, ‰	Позиция	Скорость, км/ч	$U_{\text{тдр}}$ В	$I_{\text{тдр}}$ А
С	260	+2,2	0	0	0	0
	262	-3,3	14	36	250	700
	263	+10,2	17	40	380	1100
	264	+3,8	19	41	310	1200
	265	+10,8	23	61	430	1200
	266	+10,8	23	64	430	1150
	267	-1,8	24	66	490	1250
	268	-1,8	24	68	500	1150
	269	+1,8	26	82	530	1100
	270	+1,8	0	63	0	0
Ж	271	+1,8	20	61	400	850

Примечание. На 270-м километре выполняют пробу пневматических тормозов.

Таблица 6. Режим ведения поезда на перегоне Ж—Д

Станция	Номер километра	Уклон, ‰	Позиция	Скорость, км/ч	$U_{\text{тдр}}$ В	$I_{\text{тдр}}$ А
Ж	271	+1,8	20	61	400	850
	272	-6,4	22	70	480	870
	273	-6,4	22	80	480	700
	274	-5,9	0	88	0	0
	275	-5,9	0	93	0	0
	276	-0,7	0	95	0	0
	277	-10,5	0	99	0	0
	278	-10,1	0	99	0	0
	279	-9,4	0	103	0	0
	280	-3,8	0	107	0	0
	281	-1,8	0	111	0	0
	282	-4,6	0	113	0	0
	283	-4,2	0	92	0	0
	284	-2,9	0	92	0	0
	285	-3,9	0	94	0	0
	286	-3,1	0	80	0	0
Д	287	-3,9	0	0	0	0

Примечание. Пробу ЭПТ производят на 281-м километре.

Отдельные машинисты, опасаясь срабатывания защиты на электро-
возе на тяжелом профиле, "растягивают" перегонное время хода,
ограничиваются низкими позициями контроллера, т. е. сознательно
опаздывают на этом участке, рассчитывая нагнать при дальнейшем
следовании на более легких элементах профиля. Этот метод ведения

Таблица 7. Режим ведения поезда на перегоне Д—П

Станция	Номер километра	Уклон, ‰	Позиция	Скорость, км/ч	$U_{\text{тдр}}$ В	$I_{\text{тдр}}$ А
Д	287	-3,9	0	0	0	0
	288	-3,7	16	40	280	680
	289	-2,1	24	65	480	1050
	290	-0,2	26	84	590	1000
	291	+1,4	27	94	630	1000
	292	+6,7	27	98	620	580
	293	+3,5	27	95	620	900
	294	+4,5	27	100	630	750
	295	+5,4	28	101	640	800
	296	16,9	28	100	630	850
	297	+7,1	0	88	0	0
	298	+10,3	0	65	0	0
П	299	+4,2	0	0	0	0

Таблица 8. Режим ведения поезда на перегоне П—З

Станция	Номер километра	Уклон, ‰	Позиция	Скорость, км/ч	$U_{\text{тдр}}$ В	$I_{\text{тдр}}$ А
П	299	+4,2	0	0	0	0
	300	-9,5	16	30	250	1100
	301	-7,2	20	65	420	1000
	302	+5,1	24	68	500	1300
	303	+6,9	26	82	600	1100
	304	-9,8	27	105	690	900
	305	-3,6	27	120	610	700
	306	-2,4	0	118	0	0
	307	-2,7	0	112	0	0
	308	+5,3	0	101	0	0
	309	+10,1	0	98	0	0
	310	+6,7	0	104	0	0
	311	+10,1	0	94	0	0
	312	+8,7	0	60	0	0
	313	+6,9	0	35	0	0
З	314	+5,9	0	0	0	0

поездов повышенной длины неоправдан, так как при большой плотности поездов на участке (интервалы между ними составляют иногда 6–7 мин) это вызывает значительный сбой в графике движения, особенно при приемке и отправлении со станции С (см. рис. 35, а и табл. 5).

Другим немаловажным фактором, не оправдывающим такую

технологии ведения поездов, является увеличение расхода электроэнергии на тягу поездов, так как увеличивается время нахождения под нагрузкой тяговых электрических машин и время разгона поезда до установившейся скорости. После произведенной пробы автотормозов на их действие и получения необходимого тормозного эффекта при снижении скорости на 10 км/ч производят отпуск, переведя ручку крана машиниста в 1-е положение и выдержав ее в этом положении до повышения давления в уравнительном резервуаре до 5,5–5,7 кгс/см². Затем переводят электровоз в режим тяги путем автоматического набора 20 позиций контроллера машиниста, последние три-четыре позиции набирают вручную по одной с тем, чтобы не допустить резкого повышения напряжения и тока тяговых двигателей, а следовательно, боксования. Станцию Ж поезд проследует сходу. По мере увеличения скорости необходимо довести позиции до 22–24-й и при скорости около 90 км/ч сбросить нагрузку (см. табл. 6). На участке Ж–Д есть продолжительный спуск, поэтому здесь используется кинетическая энергия поезда.

На 282-м километре машинист производит пробу электропневматических тормозов на их действие со скорости 110 км/ч. На станции Д поезд имеет двухминутную остановку по расписанию. Применяв электропневматическое торможение, машинист плавно останавливает поезд в пределах посадочной платформы (голова электровоза должна находиться у сигнального знака "Остановка локомотива"). Помощник машиниста внимательно следит за высадкой и посадкой пассажиров (станция находится с левой стороны). По сигналу дежурного по станции машинист плавно путем набора двух-трех позиций контроллером машиниста приводит поезд в движение. Учитывая то, что станция Д находится на уклоне, а участок Д–П довольно сложный по профилю (имеется значительный подъем), машинист старается в короткое время разогнать поезд до допустимой скорости, применяя 26–28-ю позиции контроллера (см. табл. 7).

На 297-м километре производят сброс нагрузки, так как на станции П поезд имеет остановку. Станция П расположена на перевалистом профиле (подъеме), поэтому после остановки машинист оставляет поезд в заторможенном состоянии, чтобы предотвратить его оттяжки, нежелательные реакции по поезду, и только после посадки пассажиров производит полный отпуск тормозов, одновременно устанавливая рукоятку контроллера машиниста на 1-ю позицию. Этим самым достигается плавность остановки и отправления поезда, создается необходимый комфорт для пассажиров.

На перегоне П – З (см. табл. 8) у 300-го километра в непосредственной близости от выходного светофора расположена нейтральная вставка. Задача машиниста как можно быстрее произвести разгон поезда, с тем чтобы успеть проследовать это место при обесточенных двигателях.

После проследования нейтральной вставки следует перейти в

режим тяги и набрать 20 позиций. В дальнейшем, следуя по спуску, довести рукоятку контроллера до 26–28-й позиций и при скорости 120 км/ч на 305-м километре поставить ее на нулевую позицию. До станции 3, где предусмотрена остановка, поезд следует за счет накопленной кинетической энергии.

Согласно местной инструкции и требованию приказа начальника дороги на 269-м километре (1-м пикете) должно быть произведено опробование пневматических тормозов со скорости 80 км/ч при снижении ее на 10 км/ч на расстоянии 350 м. Учитывая это, машинист заранее знает, что он должен выдержать перегонное время хода с учетом пробы тормозов, снизить скорость и затем разогнать поезд до установившейся скорости, не допустив при этом превышения максимальных допустимых нагрузок тяговых двигателей и боксования колесных пар при безусловном обеспечении безопасности движения поезда.

При ведении такого поезда локомотивная бригада обязана использовать каждую кривую для тщательного осмотра состава и принять меры к остановке, если обнаружена какая-либо неисправность, угрожающая безопасности движения (юз колесных пар, искрение в зоне контакта тормозных колодок с бандажами колесных пар, нарушение габарита подвижного состава, пожар и т. п.).

Особого внимания заслуживает непредвиденная остановка поезда повышенных длины и массы на большом подъеме (остановка у запрещающего сигнала, срыв стоп-крана, применение экстренного торможения в случае возникновения угрозы безопасности движения, неисправности локомотива и т. п.), трогание его с места и разгон до установившейся скорости.

После остановки поезда на подъеме необходимо немедленно привести в действие тормоза, включая и вспомогательный тормоз локомотива (поставить ручку крана машиниста № 254 в крайнее тормозное положение), а при длительной стоянке, остановке компрессоров или другой неисправности, связанной с интенсивным падением давления воздуха в магистрали, привести в действие ручные тормоза на локомотиве и в вагонах состава (звуковыми сигналами или через помощника машиниста дать команду проводникам вагонов), подключить необходимое количество тормозных башмаков. В этом случае машинист обязан сразу объявить по радиосвязи, нажимая кнопку "Локомотив": "Внимание, внимание! Я, машинист поезда № 41 Иванов, остановился на 266-м километре 5-й пикет из-за падения давления в тормозной магистрали (либо по другой причине). Сведений о наличии габарита не имею. Будьте бдительны!" Машинист должен повторять это периодически. Все машинисты поездов, находящихся в зоне действия радиостанции на данном перегоне (особенно вслед идущего), услышав сообщение, начатое словами "Внимание", должны вести свои поезда с особой бдительностью и быть готовы немедленно остановить поезд.

В случае выхода из строя радиостанции на локомотиве подают сигналы встречным поездам путем периодического мигания проекто-

ром. Машинист встречного поезда, увидев подобный сигнал, принимает все меры к экстренной остановке своего поезда с таким расчетом, чтобы головой остановиться у локомотива. Если все же встречный поезд проследует головной локомотив остановившегося поезда и остановится между вагонами, дальнейшее его следование производится с особой бдительностью при скорости не более 5–10 км/ч, пока он идет вдоль состава.

Машинист поезда, остановившегося на подъеме, если невозможно дальше следовать самостоятельно, сообщает об этом дежурным по соседним станциям и просит оказать помощь, обязательно указывая, на каком километре и каком пикете находится голова поезда. Дежурные по станции совместно с поездным диспетчером решают, с какой стороны подать локомотив (с хвоста или головы) и сообщают свое решение машинисту.

Машинисту остановившегося поезда категорически запрещается приводить поезд в движение, если он получил сведения о том, что выслан вспомогательный локомотив (даже в случае устранения неисправности).

Если задержка поезда незначительна и связана с поездной обстановкой на участке, машинист отпускает тормоза поезда, ставя ручки крана машиниста в положение I, и когда давление воздуха в уравнительном резервуаре достигнет 5,5–6,7 кгс/см², переводит ее в положение II, набирает контроллером машиниста две-три позиции и после этого медленно отпускает вспомогательный тормоз локомотива; поезд плавно трогается с места.

Плавно вести пассажирский поезд повышенной длины, обладающий большой кинетической энергией, совсем непросто. Особенно трудно управлять им на подступах к подъему, переходящему в спуск, от спуска к площадке, от площадки к подъему и т. п.

На рис. 38, а схематично изображен пассажирский поезд повышенной длины. Головная часть его движется по затяжному спуску В–Г, средняя – по подъему Б–В, хвостовая – по короткому спуску А–Б. Здесь возникает много задач по управлению поездом: как преодолеть подъем Г–Д, перед которым находится спуск В–Г на установившейся скорости или, наоборот, снизить ее? Если снизить, то где? В каком месте отпустить тормоза? Выключить тяговые двигатели или нет? Будет прав и тот, кто скажет "Да", и тот кто скажет "Нет".

Все дело в том, в какой момент и в каком месте выключить их. Если поторопиться и перевести штурвал (рукоятку) контроллера машиниста в нулевую позицию, едва локомотив вступит на вершину подъема В, то скорость движения поезда уменьшится. Резкий переход с подъема на спуск может вызвать значительные продольные силы в составе поезда. В момент перехода поезда на спуск машинист ни в коем случае не выключает тяговые двигатели. Он "сбрасывает" позиции контроллера, т. е. уменьшает силу тяги, причем лишь тогда, когда большая часть поезда уже находится на спуске.

Чтобы не превысить установленную на спуске В–Г скорость,

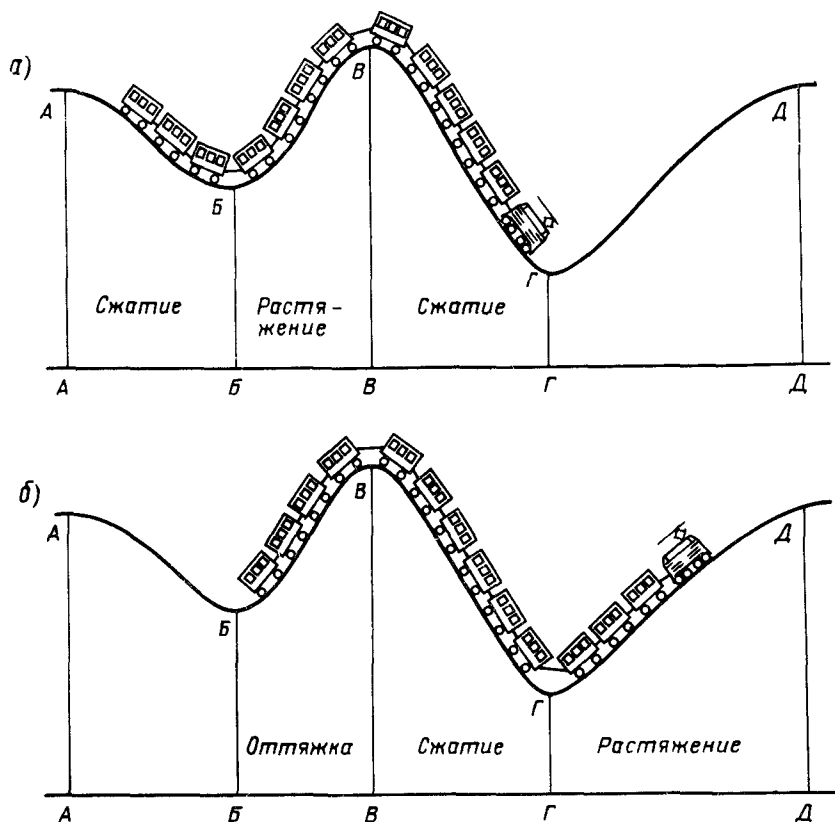


Рис. 38. Ведение пассажирского поезда повышенной длины на перевалистом профиле пути

машинист выключает тяговые двигатели. Что же происходит с частью состава, находящейся на участке $В-Г$? Мы знаем, что колеса локомотива через зубчатую передачу соединены с валами тяговых двигателей. Поэтому удельное сопротивление движению локомотива больше, чем вагонов, а значит, разгоняется он на спуске $В-Г$ медленнее: его ускорение меньше ускорения вагонов.

Нетрудно догадаться, что при этом задние вагоны набегают на передние, "выбирая" зазоры в автосцепных устройствах и сжимая пружины поглощающих аппаратов. Набегание возникает и в хвостовой части поезда, расположенной на спуске $А-Б$. Здесь оно вызвано замедлением идущей впереди по подъему $Б-В$ средней части поезда, которую сзади подпирают набегающие вагоны.

На рис. 38, б показано, что спуск $В-Г$ переходит в подъем $Г-Д$. Что же произойдет, если, допустим, машинист электровоза введет на подъем головную часть поезда при недостаточной силе тяги? Если по

неопытности или невнимательности он не включит вовремя тяговые двигатели электровоза на спуске $B-\Gamma$ и не успеет растянуть поезд к моменту входа головной части поезда на подъем $\Gamma-D$, возникает сильная оттяжка, т. е. уменьшение скорости движения хвостовых вагонов.

Во вступающей на подъем $\Gamma-D$ части поезда резко увеличивается сопротивление движению. В результате усилятся набегание на нее части состава, расположенной на спуске $B-\Gamma$. При этом разжимающиеся пружины поглощающих аппаратов создают силу, способствующую оттяжке вагонов. Эта сила будет нарастать к хвосту поезда и достигнет там наибольшего значения. Напомним, что именно в конце поезда вагоны и без того были растянуты при движении на подъем $B-B$. Если же машинист в этот момент включает двигатели, опасность оттяжки возрастает. Изменение состояния состава в данном случае от сжатого к растянутому таит в себе возможность возрастания продольных ударных сил между вагонами и потери плавности хода.

§ 31. ПРИМЕНЕНИЕ КРАТНОЙ ТЯГИ ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ

Наиболее целесообразно применение кратной тяги при сложном профиле пути с крутыми затяжными подъемами и большим числом кривых малого радиуса, когда при одном локомотиве (даже в случае реализации его полной мощности) практически невозможно выдержать перегонные времена хода, предусмотренные расписанием движения.

На электровозах серии ЧС4^т не предусмотрена работа электрических цепей по системе многих единиц, поэтому от четкой слаженной работы локомотивных бригад обоих локомотивов во многом зависит плавность ведения поезда и строгое выполнение графика движения.

Наиболее полно используется мощность электровозов при двойной тяге, если по условиям пассажирских перевозок требуется увеличить состав поезда до 24 вагонов и выше. Режим работы электровозов при этом зависит от того, насколько использованы сцепные свойства головного электровоза. Практически же двойная тяга в пассажирских поездах при наибольшем использовании сцепления применяется лишь на отдельных сложных по профилю участках, имеющих большое число остановок, она позволяет реализовать расчетные времена хода по перегонам в случаях нагона опаздывающего поезда и ввода его в график.

Рассмотрим режим ведения пассажирского поезда, составленного из 24 вагонов и ведомого двумя электровозами ЧС4^т, расположенными в голове, на различных по сложности участках обслуживания.

Перед выездом электровозов из депо с соблюдением техники безопасности помощник машиниста ведущего локомотива по команде машиниста соединяет воздушные рукава тормозной магистрали и открывает концевые краны. Машинисты лично убеждаются в правиль-

ности сцепления локомотивов и открытии концевых кранов воздушной тормозной магистрали, проверяют работу поездной радиосвязи, автотормозов, песочниц. Комбинированный кран на напорной трубе должен быть открыт лишь на ведущем локомотиве в первой по ходу кабине, остальные краны должны быть закрыты.

При следовании электровозов из депо для прицепки к составу поезда по достижении скорости 10–15 км/ч опробуют вспомогательный тормоз ведущего локомотива, ставя ручку крана машиниста № 254 в положение III и наполняя тормозные цилиндры до давления в них 1,5–2,0 кгс/см².

Перед сцеплением с составом машинист обязан остановить электровозы за 5–10 м от состава, применив вспомогательный тормоз, после чего подъезжать к составу со скоростью не более 3 км/ч с тем, чтобы в момент соединения автосцепок обеспечить плавность сцепления. Машинисты обоих локомотивов должны убедиться в правильности и надежности сцепления ведомого электровоза с первым вагоном состава. После этого машинист ведомого (по предстоящему ходу поезда) электровоза производит разрядку тормозной магистрали до нуля, ставя ручку крана машиниста в положение IV, перекрывает комбинированный кран на напорной трубе, ручку крана вспомогательного тормоза оставляет в поездном положении II, перекрывает кран к вентилям тифона и свистка с тем, чтобы не тревожить пассажиров звуковыми сигналами с локомотивов. Затем он отключает ключом клапан ЭПК-150, убеждается в наличии достаточного количества воздуха (9,0 кгс/см²) в напорной магистрали, вынимает ключ КУ, реверсивную рукоятку и переходит в другую кабину управления. В поперечном коридоре машинного помещения кабины № 1 необходимо произвести переключение АЛСН, переставив рукоятку переключателя направления в положение, соответствующее выбранной кабине управления.

После перехода в рабочую кабину машинист ведомого электровоза вставляет на место реверсивную рукоятку, приводит локомотив в работоспособное состояние (включает главный выключатель), поднимает второй по ходу токоприемник, тумблер "Компрессоры" устанавливает в положение "Автомат", тумблер "Вентиляторы" – в положение 0, включает радиостанцию и АЛСН. Ручка крана машиниста должна находиться в положении VI, комбинированный кран на напорной трубе перекрыт. Затем машинист проверяет работу электрических цепей, набирает две-три позиции рукоятки контроллера машиниста, предварительно затормозив локомотив вспомогательным тормозом.

Машинист ведущего электровоза, убедившись в правильности смены кабины управления машинистом ведомого локомотива, а также в том, что комбинированные краны переведены в положение двойной тяги, ручки кранов машиниста находятся в положении VI, переходит в рабочую кабину своего электровоза, включает ГВ, поднимает токоприемник, тумблер "Компрессоры" переключает в положение "Автомат", включает АЛСН и радиосвязь, открывает комбинированный кран

на напорной магистрали (должен располагаться вдоль трубы) и производит зарядку тормозной сети поезда. Проверяет работу электрических цепей, так же как на ведомом электровозе.

При кратной (двойной) тяге соединение рукавов и открытие концевых кранов между локомотивом и первым вагоном состава, а также между локомотивами выполняет помощник машиниста первого локомотива, исполнение этой работы проверяет машинист первого локомотива совместно с машинистом второго и за правильность исполнения ее несет персональную ответственность.

После отпуска тормоза локомотива машинист ведущего электровоза дает указание своему помощнику о соединении рукавов тормозной магистрали локомотива и первого вагона. Перед соединением рукавов помощник машиниста должен убедиться в том, что соединяемый рукав относится к тормозной магистрали (головка соединительного рукава и концевой кран тормозной магистрали имеют окраску красного цвета, питательный — голубого). Перед соединением рукавов тормозной магистрали ее продувают, дважды кратковременно открывая концевой кран, а затем проверяют чистоту соединяемых головок и состояние их прокладных колец.

С целью предотвращения срабатывания тормозов состава в момент открытия кранов, а также сокращения времени отпуска и зарядки тормозов состава необходимо сначала открыть концевой кран на локомотиве и, убедившись в плотности соединения рукавов, концевой кран на вагоне.

Для эффективной зарядки тормозов в поезде, если тормозная магистраль не была заряжена, необходимо до соединения концевых кранов произвести торможение краном машиниста со снижением давления в уравнительном резервуаре на $1,5 \text{ кгс/см}^2$, а затем ручку крана машиниста следует перевести в положение IV. После соединения рукавов и открытия концевых кранов между локомотивом и составом ручку крана машиниста переводят в положение I до восстановления в уравнительном резервуаре давления $5,0-5,4 \text{ кгс/см}^2$, после чего ручку крана переводят в положение II. Если тормозная магистраль была заряжена до прицепки локомотива, ручку крана машиниста необходимо перевести в положение I на 3–4 с, а затем в поездное.

Убедившись в том, что тормозная сеть поезда заряжена до установленного давления ($5,0-5,2 \text{ кгс/см}^2$), машинист ведущего локомотива по сигналу осмотрщика подает один короткий звуковой сигнал и приступает к опробованию тормозов в поезде. Получив справку о тормозах (форма ВУ-45), необходимо проверить правильность ее заполнения и обеспеченность поезда тормозами (нажатие 60 тс на 100 тс веса поезда), убедиться во включении АЛСН и радиосвязи, открытии разрешающего сигнала с соответствующего пути.

Перед троганием поезда машинисты заранее согласовывают свои действия, условливаются об особенностях и порядке ведения поезда на тех или иных наиболее сложных на их взгляд участках пути, сверяют предупреждения об ограничении скорости, предварительно

выписанные помощниками машинистов или машинистом второго электровоза на отдельном листке.

Важно помнить, что переговоры по радиосвязи, осуществляемые между машинистами в процессе управления локомотивами, должны быть четкими и ясными, при этом исключаются любые отступления, лишние разговоры и комментарии.

Всем процессом управления руководит машинист головного электровоза, который и по классу квалификации, и по опыту работы должен быть наиболее подготовленным и технически грамотным.

Связь между машинистами осуществляется через поездную радиостанцию. Нажав на кнопку "Локомотив", по истечении 3–4 с после окончания вызова и прекращения сигнала машинист командует, например, "Второй! Набор 20 позиций" или "Второй! Сброс", "Внимание – предупреждение", "Второй! Экстренное торможение!" и т. д. При следовании двойной тягой применяются звуковые сигналы: два коротких – произвести набор позиций, один короткий – сбросить позиции, два длинных и два коротких – опустить токоприемник. Машинист головного локомотива перед отправлением поезда должен лично убедиться в том, что кран на вентиле тифона и свистка в задней кабине открыт, обеспечивается хорошая слышимость звуковых сигналов машинистом второго электровоза.

Трогание пассажирского поезда при кратной тяге производит машинист ведущего электровоза. Для предотвращения нежелательных реакций по поезду и обеспечения комфортности пассажирам машинист (как уже упоминалось) обязан плавно привести поезд в движение. Штурвал контроллера машиниста ставят на 1-ю позицию. Выждав 2–3 с (собираются электрические цепи), машинист постепенно и плавно набирает последующие позиции. После того как весь состав поезда придет в движение, т. е. будут выбраны все зазоры в автосцепных устройствах и локомотивы пройдут 5–8 м, он дает команду машинисту ведомого локомотива о включении в работу и наборе позиций на втором электровозе. С целью предотвращения бокового колесных пар машинист должен своевременно подавать песок в зону контакта колес с рельсами.

Учитывая сложность профиля пути, который следует преодолевать на участке С–Ж (см. рис. 35), машинисты выполняют свои действия с таким расчетом, чтобы преодолеть предстоящий сложный участок за счет накопленной кинетической энергии на первоначальном этапе разгона поезда. Режим ведения поезда определяет машинист ведущего локомотива, а машинист ведомого строго выполняет его указания, передаваемые с помощью звуковых сигналов (тифон), предварительно повторив их. Во время движения поезда компрессоры обоих локомотивов включены.

Разгон поезда с двумя локомотивами во главе упрощается при слаженной работе локомотивных бригад.

В случаях применения двойной тяги на профиле пути, описанном ранее, с теми же перегонными временами хода, как и при одном

локомотиве во главе поезда, значительно сокращается время выхода в режим установившегося движения. Необходимое ускорение такой поезд развивает раньше, чем с одним электровозом. Тяговые электрические машины обоих локомотивов работают в более благоприятных условиях, чем при ведении поезда одним локомотивом.

Однако обеспечение плавности ведения поезда при двойной тяге представляет для локомотивных бригад определенную трудность в части четкой и синхронной работы машинистов.

При кратной тяге машинисты должны помнить, что для обеспечения комфорта пассажирам и плавности хода состава поезда существуют определенные правила в технологии управления локомотивами. В случае когда скорость на 5—10 км/ч меньше необходимой для выдержки перегонного времени хода, машинист ведущего локомотива сбрасывает позицию контроллера и только тогда, когда рукоятка контроллера будет в нулевом положении, подает сигнал о необходимости сбросить позицию машинисту второго локомотива, чтобы не допустить толчка по поезду и превышения скорости. При включении тяговых двигателей и необходимости набора позиций машинист ведущего локомотива набирает необходимое число позиций и только тогда подает сигнал о включении тяговых двигателей машинисту второго локомотива.

Если в пути следования возникла неисправность крана машиниста или компрессора на ведущем локомотиве, его машинист после остановки поезда (по возможности на легком профиле пути) передает управление тормозами машинисту второго локомотива. В этом случае машинист ведущего локомотива устанавливает ручку крана двойной тяги или комбинированного в положение двойной тяги, ручку крана машиниста — в положение VI. Затем машинист ведомого локомотива проверяет плотность тормозной сети и действие тормоза. Все распоряжения об управлении локомотивами и тормозами осуществляет машинист ведущего локомотива. На первой же станции локомотив с исправными компрессорами и краном машиниста ставят в голову поезда.

В принципе при вождении длинносоставных пассажирских поездов кратной тягой возможно расположение второго локомотива в середине состава либо в хвосте. Практика вождения грузовых поездов повышенной массы и длины при таком расположении локомотивов показала возможность его применения. Особенно благоприятные условия для этого создаются при управлении локомотивами по системе многих единиц с использованием радиоканала (СМЕТ-Р) для передачи команд на ведомый локомотив.

§ 32. УПРАВЛЕНИЕ ТОРМОЗАМИ

Всякое торможение поезда представляет собой потерю накопленной кинетической энергии поезда и превращение ее в тепловую энергию, выделяющуюся на поверхностях трения тормозных колодок и

колес или в реостате при электрическом торможении. Так как на приобретение кинетической энергии затрачивается значительное количество электрической и тепловой энергии, заключенной в дизельном топливе, нерациональное торможение ведет к соответствующим непроизводительным расходам электрической энергии и дизельного топлива.

Торможение применяется для остановки поезда или снижения скорости движения по предупреждениям. Излишнее либо неумелое применение тормозов приводит к большей потере скорости, чем это необходимо, нежелательным реакциям по поезду, что, в конечном итоге, ухудшает комфорт пассажиров. Неправильно выбранный момент начала или ступени торможения приводит к необходимости подтягивания поезда к месту остановки, что создает неудобства пассажирам, вызывает излишние волнения и справедливые нарекания, жалобы, приводит к потере перегонного времени хода, нарушению графика движения, а также к перерасходам дизельного топлива и электрической энергии.

На режим торможения влияют многие факторы: скорость начала торможения, населенность состава, состояние рельсов, регулировка тормозной рычажной передачи, опыт локомотивной бригады и др.

Проверка тормозного оборудования. Перед выездом локомотива из депо машинист должен осмотреть и испытать его тормозное оборудование согласно инструкции ЦТ-ЦВ-ВНИИЖТ-4440.

Для того чтобы проверить действие электропневматических тормозов на локомотиве, со стороны нерабочей кабины снимают соединительный рукав с изолированной подвески, ручку крана машиниста в рабочей кабине устанавливают в поездное положение. Включают источник питания электропневматических тормозов (преобразователь ЭПТ) и проверяют по вольтметру напряжение постоянного тока (без нагрузки) на выходе преобразователя, оно должно быть не ниже 50 В.

При нахождении ручки крана машиниста в положениях I и II на пульте машиниста должна гореть лампа С на электровозах и О на тепловозах, в положениях III и IV — лампы П и С на электровозах и П и О на тепловозе, в положениях V, Vэ и VI — лампы Т и С или Т и О. Когда ручки крана машиниста находятся в положении Vэ, уравнительный резервуар и тормозная магистраль не должны разряжаться через этот кран, а должен действовать электропневматический тормоз.

При питании электропневматического тормоза по первому и второму линейным проводам контроллер крана машиниста № 395 необходимо отрегулировать так, чтобы напряжение торможения подавалось в поездную линию при перемещении ручки крана в положение V и далее до положения VI одновременно со снижением давления в уравнительном резервуаре и тормозной магистрали; в положениях III, IV и Vэ в цепь управления электропневматического тормоза подается напряжение перекрыши.

При приемке локомотивов ЧС2, ЧС4^г, ЧС7, ЧС8, ТЭП60 перед выезд-

дом из депо проверяют действие цепей управления электрического тормоза. На пультах управления машиниста имеются кнопочные выключатели, при включении которых шунтируется блок-контакт датчика скорости при 40 км/ч на электровозе ЧС4⁷, при скорости 20 км/ч на электровозе ЧС8.

С помощью тормозного контроллера крана машиниста № 395 повышают давление в тормозных цилиндрах до 0,8 кгс/см² и в пневматической части преобразователя (задатчика), одновременно нажав кнопки проверок. Реостатный тормоз должен сработать. В зависимости от давления в преобразователе задается напряжение для цепей управления реостатного тормоза. Одновременно проверяют по амперметрам ток возбуждения тяговых двигателей; он должен быть 1250 А. Когда давление воздуха достигнет 0,8 кгс/см², цепи управления будут переключены в режим реостатного торможения и через 2 с на амперметрах появится ток возбуждения.

После этой проверки ставят рукоятку тормозного контроллера в положение О (отпуск), кран машиниста № 395 также переводят в положение, соответствующее отпуску, если проверка производилась от него. Вследствие понижения давления воздуха в преобразователе цепи управления переключаются из режима торможения в режим тяги.

Цепи управления электрического тормоза отключаются. Этому соответствует отсутствие тока возбуждения (по амперметрам) и выключение электромагнитной защелки контроллера машиниста. Рекомендуется штурвалом машиниста произвести набор и сброс нескольких позиций.

После прицепки локомотива к составу смену кабины управления и опробование тормозов выполняют в порядке, установленном инструкцией ЦТ-ЦВ-ВНИИЖТ-4440. На электровозах ЧС8 при переходе из нерабочей кабины в рабочую сначала вынимают реверсивную рукоятку, а затем производят экстренную разрядку тормозной магистрали краном машиниста до давления, равного нулю, и перекрывают комбинированный кран.

Перед отправлением поезда рекомендуется (с воздухораспределителями типа КЕс обязательно) повысить давление в тормозной магистрали (после полной пробы тормозов), выдерживая ручку крана машиниста в положении I, пока давление в уравнительном резервуаре не достигнет 5,5 кгс/см² (особенно с поездами, содержащими свыше 20 вагонов). Это исключает возможность отправления поезда с неотпущенными тормозами.

При опробовании тормозов на станции вначале опробуют электропневматические тормоза, а затем автотормоза. По результатам опробования ЭПТ может возникнуть необходимость в ремонтных работах в составе с перекрытием разобщительных кранов воздухораспределителей. Полное опробование автотормозов после проверки ЭПТ позволяет выявить выключенный тормоз.

В пути следования машинист обеспечивает поддержание установленного зарядного давления в магистрали и обращает внимание на восстановление его при отпуске автотормозов.

В инструкции ЦТ-ЦВ-ВНИИЖТ-4440 достаточно полно отражены основные положения и приемы управления автотормозами в пассажирских поездах. Поэтому отметим лишь некоторые особенности, с которыми приходится сталкиваться локомотивной бригаде при ведении пассажирского поезда в случае применения пневматических, электропневматических или электрических тормозов.

Управление пневматическими тормозами. При пневматическом торможении с целью обеспечения плавности торможения первую ступень выполняют, снижая давление в тормозной магистрали на $0,4-0,5 \text{ кгс/см}^2$ с последующим (если это необходимо по условиям ведения поезда) усилением торможения.

После отправления со станции в установленном (согласно приказу начальника дороги) месте машинист проверяет тормоза на их действие, устанавливая ручку крана машиниста из поездного в положение V (тормозное) без задержки ее в положении перекрыши. Снизив давление магистрали на $0,4-0,5 \text{ кгс/см}^2$, ручку крана машиниста переводят в положение IV (перекрыша с питанием) и выдерживают ее до прекращения выхода воздуха из тормозной магистрали через атмосферное отверстие в кране машиниста. Затем переводят ее в положение III (перекрыша без питания) и выдерживают, пока не потребуются произвести отпуск или следующую ступень торможения (это может быть произведено лишь спустя 5 с после перевода ручки крана в положение III). Это условие необходимо для обеспечения плавного ведения поезда.

Снизив скорость на 10 км/ч и убедившись в том, что тормозной путь соответствует требованию приказа начальника дороги, производят отпуск тормозов, установив ручку крана машиниста в положение I. Если по истечении 5–10 с не будет получен требуемый тормозной эффект или же тормозной путь при снижении скорости на 10 км/ч будет увеличен более чем на 30 %, принимают меры к остановке поезда для выяснения причины неудовлетворительной работы тормозов.

Важно помнить, что в пути следования вначале производится проверка действия пневматических автотормозов, а затем уже проверка ЭПТ. Это позволяет выявить перекрытые концевые краны (большой запас воздуха в тормозной системе за такими кранами) и при необходимости остановить поезд электропневматическим или реостатным тормозом либо по сигналу общей тревоги – стоп-краном из вагона.

Для того чтобы не возникло значительных реакций в поезде и для предотвращения неплавного ведения поезда, необходимо начальную ступень торможения выполнять заблаговременно, выбрав ее такой, чтобы до начала второй ступени процесс торможения был закончен. На это обычно в поездах, содержащих 20 вагонов, требуется около 10 с.

Особенно внимательным машинист должен быть при ведении

пассажирского поезда по затяжному спуску. Очень важно выбрать место начала торможения: достаточно чуть позже перевести ручку крана машиниста в тормозное положение – скорость поезда может превысить заданную. Необходимо учитывать, что после перевода ручки крана машиниста в тормозное положение последние вагоны затормаживаются на несколько секунд позже, чем головные, а скорость поезда возрастает до тех пор, пока ускоряющая сила, возникающая на спуске, не будет уравновешена тормозными силами и силами сопротивления движению. Поэтому необходимо начинать торможение не тогда, когда скорость уже достигла заданного значения, а несколько раньше, в зависимости прежде всего от крутизны и протяженности спуска: чем он круче, тем раньше.

Определенные сложности возникают при выборе места и момента отпуска тормозов. Машинист заряжает тормозную магистраль сжатым воздухом до того, как начнется торможение, т. е. до момента достижения поездом скорости, допускаемой в данном месте. Если тормоза окажутся не полностью заряженными, может оказаться, что поезд нельзя будет остановить. Если же машинист промедлит и начнет отпуск тормозов с запозданием, скорость поезда будет быстро падать. Поэтому машинист должен постоянно реагировать на меняющиеся условия.

При въезде на станцию торможение для снижения скорости и остановки поезда выполняют двумя ступенями, причем вторую ступень желательно применять после снижения скорости на 25–50 % от начальной. Если скорость поезда не более 60 км/ч, то первую ступень торможения выполняют, снижая давление в магистрали на 0,4 кгс/см², затем ручку крана машиниста переводят в положение IV и после окончания разрядки магистрали через атмосферное отверстие крана машиниста – в положение III. После этого, сообразуясь со скоростью и расстоянием до сигнального знака "Остановка локомотива", производят вторую ступень торможения с расчетом остановки поезда в установленном месте. Это создает нормальные условия для посадки пассажиров.

Если вторая ступень торможения окажется недостаточной для остановки, необходимо выполнить третью ступень.

Давление в магистрали при второй ступени должно снижаться менее чем на 0,3 кгс/см² и даже в том случае, если поезд будет остановлен после первой ступени торможения. Это необходимо для последующего надежного отпуска тормозов в поезде. Только после дополнительного снижения давления в магистрали на указанное значение тормоза отпускают, переведя ручку крана машиниста в положение I и выдержав ее в этом положении в течение установленного времени. Затем переводят эту ручку в поездное положение, при котором и происходит дальнейшая зарядка тормозной сети до давления 5,0–5,2 кгс/см² (при воздухораспределителях КЕс – 5,5 кгс/см²).

Если, применяя служебное торможение, машинист видит, что

произойдет остановка поезда ближе сигнального знака "Остановка локомотива", он должен заблаговременно до остановки отпустить тормоза, установив ручку крана машиниста в положение I. Когда давление в уравнительном резервуаре достигнет 4,5–5,0 кгс/см², ручку крана машиниста следует медленно перевести в поездное положение, а затем в положение III и после этого выполнить повторное торможение. Давление в уравнительном резервуаре при этом должно снизиться несколько больше, чем при первом торможении. Это необходимо, потому что запасные резервуары тормозов всего поезда не успевают за короткий промежуток времени полностью зарядиться до давления магистрали, которое в этот период несколько выше, чем в запасных резервуарах. Обычно эту ступень торможения производят, снижая давление в уравнительном резервуаре до 0,6 кгс/см².

При возникновении угрозы безопасности движения поезда либо другого экстремального условия, когда требуется немедленно остановить поезд, выполняют экстренное торможение путем быстрого перемещения ручки крана машиниста в положение VI, осуществляя одновременно подачу песка и применяя вспомогательный тормоз локомотива.

Правила управления тормозами для пассажирских поездов, сформированных из 20–24 вагонов, в основном те же, что и для поездов нормальной длины. Разница заключается в том, что при повторных торможениях во время отпуска тормозов для их подзарядки необходимо принимать во внимание большую по объему тормозную сеть длинносоставного поезда. Чем длиннее поезд, тем больше требуется времени на восполнение израсходованного воздуха. Поэтому для ускорения зарядки и надежного отпуска тормозов нужно ставить ручку крана машиниста в положение I и выдерживать ее в этом положении до повышения давления в уравнительном резервуаре до 5,5–5,7 кгс/см².

Управление электропневматическими тормозами. Электропневматические тормоза (ЭПТ) обладают высокой управляемостью, что позволяет реализовывать высокие скорости движения, а одновременность срабатывания их и наличие ступенчатого торможения и отпуска обеспечивают плавное ведение поезда. Значительно уменьшается тормозной путь, а также время на торможение, отпуск и зарядку автотормозов.

В пути следования первую ступень торможения выполняют, выдерживая ручку крана машиниста в тормозном положении V_з до повышения давления в тормозных цилиндрах локомотива до 0,8–1,5 кгс/см² (для электровозов ЧС4^т и ЧС8 с целью обеспечения плавного ведения поезда рекомендуется давление 0,8 кгс/см²). При регулировании скорости движения поезда по перегону и на остановочных пунктах производят торможение, переводя ручку крана машиниста в положение V_з (без разрядки тормозной магистрали). Действие ЭПТ контролируют по сигнальным лампам.

При дублированном питании ЭПТ, когда на локомотиве соединены перемычкой контрольный и рабочий провода, кран машиниста регули-

руют так, чтобы торможение происходило только в положении V ручки с разрядкой тормозной магистрали. Так как сигнальные лампы контролируют только цепи локомотива, то в данном случае о состоянии цепей ЭПТ судят по показаниям контрольного амперметра. В положении IV ручки крана ток по этому амперметру не должен уменьшаться более чем на 20 % по сравнению со значением, зафиксированным при полном опробовании. Если ток будет уменьшаться более чем на 20 %, это указывает на нарушение цепи провода № 1. При большом отклонении тока или падении напряжения на источнике питания ниже 40 В в процессе торможения, недостаточной эффективности или неудовлетворительной плавности торможения ЭПТ выключают и переходят на автотормоза.

Если в поезде не более двух вагонов не оснащены или имеют выключенные ЭПТ, то он следует на электропневматических тормозах, о чем в справке формы ВУ-45 делают отметку "ЭПТ". При этом после торможения ручку крана машиниста устанавливают в положение III. При большем числе вагонов без ЭПТ, а также вагонов с включенными тормозами западноевропейского типа со ступенчатым отпуском (в справке ВУ-45 делается отметка "РИЦ") поезд должен следовать на пневматических тормозах.

При подходе к станциям, запрещающим сигналам торможение с помощью ЭПТ выполняют с разрядкой тормозной магистрали и последующим переводом ручки крана в положение III. Ступенчатый отпуск производят переводом ручки крана из положения III в поездное, а затем снова в положение III. Последнюю ступень отпуска и полный отпуск ЭПТ выполняют, переводя ручку крана в положение I, и выдерживают ее, повышая давление в уравнительном резервуаре до 5,2–5,4 кгс/см², затем ставят ручку крана в поездное положение.

Управление электрическими тормозами. Одним из видов эффективного регулировочного торможения для поддержания установленной скорости пассажирского поезда является электрическое (реостатное) торможение, которое может быть применено самостоятельно или в сочетании с автоматическими тормозами. Умелое применение электрического торможения позволяет достичь хорошей плавности ведения поезда.

Этот вид торможения имеет большое значение как для безопасности движения поездов, так и для экономии тормозных колодок и выгодно отличается от пневматического в отношении стабильного поддержания установленной скорости на спусках.

Тормозная сила, реализуемая в точке касания колеса с рельсом, зависит от частоты вращения якоря, т. е. от скорости движения и тока возбуждения. В данном случае якорь тягового двигателя вращается под действием внешней силы, т. е. силы инерции поезда.

Для того чтобы перевести тяговый двигатель в генераторный режим, необходимо изменить направление тока в обмотке возбуждения или в якорной обмотке.

На электровозах серий ЧС2^Г, ЧС4^Г осуществляется изменение направления тока в обмотке возбуждения, на электровозах ЧС8 используются оба варианта.

Переход из режима "Езда" в режим "Торможение" возможно выполнить перемещением ручки управляющего тормозного контроллера в положение "Тормоз" (Т).

Применение электрического тормоза на электровозе ЧС4^Г возможно при скоростях 40 км/ч и выше. На электровозе ЧС8 реостатный тормоз выполнен двухступенчатым, т. е. его возможно применять при скоростях 20, 70 км/ч и выше.

Управление электрическим тормозом на электровозах ЧС4^Г и ЧС8 сводится к регулированию напряжения, подводимого к обмоткам возбуждения тяговых двигателей. Управление осуществляется через датчик электрического тормоза, имеющий пневматическую и электрическую части. Изменяя давление воздуха в датчике, в конечном счете изменяют напряжение, а следовательно, и ток возбуждения. Регулируют давление воздуха специальным командным аппаратом — тормозным контроллером. Тормозной контроллер имеет три положения: О — отпуск, П — перекрыша, Т — торможение; причем положения О и П тормозного контроллера — фиксированные, положение Т — нефиксированное.

Для того чтобы использовать электрический тормоз, производят следующие переключения: отключают линейные контакторы, переключатель "Ход — Тормоз" переводят из положения "Ход" в положение "Тормоз", включают линейные контакторы, включают тормозной контактор, обеспечивают подачу воздуха в пневматическую часть датчика тормоза и выпускают воздух из тормозных цилиндров.

Чтобы привести в действие реостатный тормоз, машинист перемещает ручку тормозного контроллера в положение Т. При этом получают питание электропневматические вентили — отпускной и тормозной.

Включившись, тормозной вентиль откроет доступ воздуха в тормозные цилиндры электровоза. Когда давление в них достигнет 0,8 кгс/см², сработает реле давления, которое создаст цепь питания катушки основного реле управления реостатного тормоза.

После того как будет собрана схема электрического тормоза, машинист переводит рукоятку тормозного контроллера в положение П, в результате чего прекращается доступ воздуха в датчик тормоза. Отпускной вентиль остается под напряжением.

Для того чтобы увеличить ток возбуждения, а следовательно, и тормозной ток, машинист вновь ручку тормозного контроллера ставит в положение Т.

Тормозной вентиль в этом случае получит питание и будет впускать воздух в датчик тормоза, увеличивая в нем давление, что приведет к увеличению напряжения на обмотках возбуждения тяговых электродвигателей.

Отпуск электрического тормоза машинист производит, ставя ручку тормозного контроллера в положение О. При следовании на пневматических тормозах управление электрическим тормозом на электровозах ЧС4^т, ЧС8 осуществляют с помощью крана машиниста № 395. При установке ручки крана машиниста в положение V срабатывает воздухо-распределитель, повышается давление в тормозных цилиндрах. Как только оно достигнет 0,8 кгс/см², срабатывает реле давления и своими контактами замыкает цепь питания реле управления реостатным тормозом. Включившись, это реле переводит цепи управления в режим "Тормоз" по ранее описанной схеме (при управлении тормозным контроллером).

При постановке ручки крана машиниста в отпускное положение происходит отпуск тормозов в составе.

При следовании поезда на электропневматических тормозах управляют электрическим тормозом, ставя ручку крана машиниста № 395 в положение Vэ. Вентиль Т преобразователя получает питание, происходит наполнение тормозных цилиндров и при давлении воздуха в них 0,8 кгс/см² включается реле управления реостатным тормозом, которое и переводит цепи в режим электрического торможения. Когда ручка крана машиниста установлена в положение III, обесточивается вентиль Т. Вентиль О остается под напряжением. При постановке ручки крана машиниста в отпускное положение происходит выпуск воздуха из датчика тормоза и отключение реле управления реостатным тормозом. Схема переходит в положение "Ход", как было описано ранее.

Необходимо помнить, что отпуск электрического тормоза электро-возов ЧС4^т, ЧС8 происходит одновременно с отпуском тормозов в составе при условии, если ручка тормозного контроллера находится в положении О. Если же она находится в положении П, то отпуска тормоза на электровозе не произойдет, так как вентиль О преобразователя останется под напряжением. Чтобы прекратить действие реостатного тормоза, в этом случае следует ручку крана тормозного контроллера поставить в положение О. Для уменьшения силы реостатного тормоза можно пользоваться кнопкой на пульте машиниста. Если реостатный тормоз отключен, то этими кнопками можно уменьшить давление воздуха в тормозных цилиндрах.

При экстренном торможении или торможении стоп-краном реле давления, соединенное с тормозной магистралью, переключит силовые цепи в режим реостатного торможения. Будет подан импульс в цепь управления выпрямителем возбуждения и осуществлено торможение с максимальной мощностью независимо от давления воздуха в датчике электрического тормоза.

Следует помнить, что нельзя применять вспомогательный тормоз № 254 при использовании электрического торможения, так как при давлении воздуха свыше 0,6 кгс/см² схема электрического тормоза автоматически разбирается.

Для плавного ведения пассажирского поезда при управлении реостатным тормозом с помощью тормозного контроллера машинист должен быстро реагировать на нарастание тока возбуждения (по амперметру) и не допускать длительных (более чем 3 с) задержек ручки тормозного контроллера в положении Т с тем, чтобы не возникло значительных сил реакций в поезде и не создавались неудобства пассажирам.

В случае пневматического торможения для остановки отпуск тормозов (если в составе поезда чугунные колодки) следует начинать при скорости около 10 км/ч с тем, чтобы перед остановкой давление в тормозных цилиндрах было минимальным. При этом не произойдет "рывка" и заклинивания колесных пар.

Глава 6. ВОЖДЕНИЕ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ

§ 33. ОСОБЕННОСТИ МОТОРВАГОННОЙ ТЯГИ

Электропоезда являются основным видом транспорта для перевозок пассажиров в пригородной зоне крупных городов и промышленных центров.

Интенсивность движения электропоездов достаточно велика и на отдельных направлениях достигает 200–250 пар поездов в сутки. Пассажиропоток характеризуется резкими изменениями по часам суток и дням недели, что учитывается графиком движения поездов. По мере удаления от городов пассажиропоток уменьшается и количество поездов в этой зоне снижается, а в зонах приближения к городам достигает максимального размера, особенно в так называемые часы пик. Расстояние между остановками, как правило, составляет 2–3 км, а в ближних зонах уменьшается до 1–1,5 км. Для поездов, следующих на большие расстояния, учитывая их большую населенность, в графике движения предусматривают зонный принцип, т. е. проследование ряда остановочных пунктов без высадки и посадки пассажиров.

Исходя из потребности в частых остановках к подвижному составу предъявляют повышенные требования по реализации больших мощностей, что позволяет развивать максимальные скорости с минимальной затратой времени на проследование перегона между остановочными пунктами. Мощность тяговых двигателей электропоездов на единицу массы выше, чем у самого мощного локомотива. Так, у пассажирского электровоза ЧС7 с поездом массой 1000 т удельная мощность составляет 6,1 кВт/т, для электропоезда ЭР2Т при средней массе двенадцативагонного состава 600 т удельная мощность равна 9,4 кВт/т. Удельная сила тяги на единицу веса для электропоезда составляет 73,5 кгс/тс, что обеспечивает высокое ускорение поезда: 0,7–0,75 м/с². Высокие скорости при движении электропоезда по перегону небольшой протяженности обуславливают и высокую скорость подъезда к остановочному пункту. Это влечет за собой интенсивное торможение, при выполнении которого необходимо не только произвести остановку в нужном месте, но и затратить на нее минимум времени. Таким образом, режимы вождения электропоездов резко отличаются от режимов при локомотивной тяге.

Независимо от профиля пути ведение электропоезда при реализации большой мощности не вызывает трудностей в преодолении подъемов и развитии высокой скорости. Однако водить такие поезда достаточно сложно, специфика их вождения определяется обслуживанием пассажиров и выполнением графика движения поездов.

Электропоезд состоит из отдельных секций, сцепленных в единый состав. Каждая секция включает в себя два вагона (один прицепной и один моторный). На моторных вагонах установлены тяговые двигатели, а вагоны, не имеющие тяговых двигателей, но снабженные необходимым электрооборудованием для совместной работы с моторным, являются прицепными. Прицепные вагоны, имеющие кабину управления, называют головными. Формирование поезда ведется из расчета необходимого числа вагонов, кратного двум. На малодеятельных участках поезда состоят из двух, трех, четырех секций (но не менее двух). На московском пригородном узле применяются 12-вагонные электропоезда ЭР1, ЭР2, ЭР2Р, ЭР2Т, т. е. состоящие из шести секций. Поезд формируют по схеме Пг + М + П + М + М + П + М + П + М + П + М + Пг (здесь Пг, М, П – соответственно прицепной головной, моторный, прицепной вагоны).

При увеличении длины посадочных платформ до 300 м возможно применять 14-вагонные составы, что облегчит перевозку пассажиров, особенно в часы пик. Дальнейшее увеличение числа вагонов в электропоезде нецелесообразно из-за высокой нагрузки цепей управления.

На электропоездах моторные вагоны распределены по длине поезда. Суммарная мощность всех тяговых двигателей определяет мощность поезда. Сосредоточивать мощность в одном вагоне (как на локомотиве) на электропоездах нецелесообразно, так как при этом значительно усложнится конструкция такого вагона и всего поезда, возникнут трудности по габаритам, будет затруднен пуск на путях с повышенной загрязненностью, усложнится обслуживание.

На локомотивах все необходимое оборудование сконцентрировано на одной или двух секциях, что вызывает увеличение веса и нагрузки на ось, а это позволяет использовать в широких пределах сцепной вес, особенно в поездах повышенных длины и массы.

Сцепной вес электропоездов гораздо меньше, чем локомотивов, так как нагрузка на ось у них значительно ниже. У электропоездов ЭР2Т, ЭР9Е нагрузка на ось моторного вагона составляет 17,5 т и при неудовлетворительных условиях сцепления колес с рельсами может возникнуть боксование. Для ликвидации боксования на локомотивах под колеса подают песок, на электропоездах песок применяют очень редко: на отдельных участках со слишком загрязненными рельсами. Основным методом предотвращения боксования на электропоезде – применение пониженного ускорения.

На должность машиниста электропоезда, как и локомотива, назначаются лица, имеющие свидетельство на право управления электро-

поездом, сдавшие поверочные испытания комиссии локомотивного депо и имеющие письменное заключение машиниста-инструктора.

Машинист является старшим в бригаде, обслуживающей электропоезд, и его указания обязательны для исполнения всеми членами локомотивной бригады. Локомотивная бригада обязана обеспечивать безопасность движения, выполнение графика движения, следить за работоспособностью всех секций, проявлять постоянную заботу о пассажирах.

Все электропоезда в отличие от локомотивов обслуживаются прикрепленными бригадами, которые распределены по сменам. К каждому составу прикрепляют три-четыре локомотивные бригады, а одного из машинистов — наиболее опытного, высокой квалификации — назначают старшим. На старшего машиниста дополнительно возлагают обязанности по обучению прикрепленных локомотивных бригад передовым приемам по уходу за электропоездом и содержанию его в технически исправном состоянии, проверку качества технического обслуживания и текущего ремонта, выполняемого локомотивными бригадами и слесарями.

Важное место в организации обслуживания электропоездов отводится графику оборота подвижного состава. Он учитывает обеспечение графика движения поездов, прохождение технического обслуживания и деповских видов ремонта, явки локомотивных бригад, режим работы локомотивных бригад с учетом цикличности и месячной выработки. Эксплуатация электропоездов осуществляется локомотивными бригадами на определенных участках. Выезд за пределы зоны обслуживания как состава, так и бригад не допускается, это возможно в исключительных случаях и только в сопровождении специально выделенного для этой цели машиниста-проводника.

Постоянный оборот составов на сравнительно небольших участках эксплуатации (150–200 км) позволяет без осложнений решить вопрос сменности локомотивных бригад. Смену, как правило, производят в пунктах оборота и затрачивают на это 10–15 мин. В отдельных случаях производят смену в попутном направлении в течение 2–3 мин, что связано с определенными трудностями.

Графиком оборота предусматривается наличие стоянок в дневное время суток для производства технического обслуживания электропоезда локомотивной бригадой, при котором определяется техническое состояние и работоспособность наиболее ответственных узлов электропоезда. Особое внимание при этом уделяют моторно-редукторному узлу, смазыванию трущихся частей механического оборудования. При низкой температуре окружающей среды (5 °C) проверяют отопление в салоне вагонов и перед подачей электропоезда на посадочную платформу заранее прогревают состав. Конкретный объем работ, выполняемый локомотивной бригадой при техническом обслуживании, устанавливает начальник депо и утверждает начальник службы локомотивного хозяйства дороги.

Наилучшие результаты получают при выполнении технического обслуживания на смотровой канаве в депо с участием слесарей-ремонтников по объему ТО-2. Заход состава в депо на техническое обслуживание используют и для санитарной обработки с мойкой и уборкой вагонов. Возможность проведения ТО-2 на смотровой канаве в дневное время суток ограничена. Как правило, все работы, связанные с ТО-2, локомотивные бригады выполняют на станционных путях. Вечером и ночью смотровые канавы для ремонта подвижного состава свободны, что позволяет на это время планировать проведение технического осмотра ТО-2, используя заход составов в депо на ночной отстой.

Исходя из ограниченного времени при стоянках необходимые работы по техническому обслуживанию делят на ряд циклов с расчетом выполнения всего объема за данные сутки. При заходе электропоезда в основное депо для проведения планового обслуживания или ремонта все работы выполняют комплексные бригады слесарей без участия локомотивных бригад.

Ремонт электропоездов имеет свои особенности, связанные в основном с расположением по всему составу большого количества электрооборудования, размещенного в основном под вагонами, в специальных ящиках. При эксплуатации нарушение плотности ящиков приводит к попаданию в них пыли, влаги, снега, а это ведет к отказам, крайне нежелательным, особенно во время движения. На локомотивах все электрооборудование находится внутри кузова, и отказы, связанные с загрязненностью, достаточно редки.

Учитывая важность обеспечения плотности ящиков с электрооборудованием, на электропоездах в зимний период в отдельных депо силами слесарей и локомотивных бригад производят герметизацию мест соединения корпуса ящика и крышки густой смазкой или специальным герметиком. Если был нарушен защитный слой (при обслуживании или вскрытии на линии для проверки работы), принимают меры по его восстановлению.

Электропоезда, прошедшие технический осмотр или ремонт в депо, заранее выставляют на свободные пути для приемки локомотивной бригадой, выезжающей в рейс. При приемке локомотивная бригада выявляет неисправности, принимает меры к их устранению (в необходимых случаях с привлечением слесарей депо) и готовит состав к поездке.

Особое внимание при этом уделяют проверке работы автотормозов в соответствии с инструкцией по эксплуатации тормозов подвижного состава.

Проверка автотормозов на электропоезде играет важную роль в эксплуатации: в отличие от локомотивной тяги опробование автотормозов производится локомотивной бригадой без работников вагонного хозяйства.

Подачу состава на станцию производят не менее чем за 5 мин до

отправления. После остановки состава в пределах посадочной платформы открывают пневматические двери и за 1–2 мин до отправления по радиооповестительной установке объявляют, куда следует поезд и с какими остановками, а также информируют пассажиров, произнося текст установленных форм.

Перед отправлением закрывают автоматические двери и при разрешающем показании впереди стоящего сигнала по истечении времени отправления согласно расписанию приводят поезд в движение.

Во время движения поезда локомотивная бригада, проходя по составу, контролирует как работу внутривагонного (отопление, освещение, вентиляцию, оповещение), так и исправность механического оборудования.

При эксплуатации происходит постепенное загрязнение состава электропоезда как внутри, так и снаружи. Для приведения состава в надлежащее состояние в пунктах оборота и основном депо производится санитарная обработка и мойка вагонов.

§ 34. РЕЖИМЫ ВОЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОВЗДОВ

Основное требование к режиму ведения поезда – минимальный расход электроэнергии при строгом соблюдении графика движения. Выбор такого режима движения связан с техническими данными подвижного состава, расписанием следования, конкретной поездной обстановкой, местными условиями. Выполнение условий безопасности движения также влияет на режим ведения поезда.

Подготовка электропоезда к работе. После ремонта или отстоя электропоезд приводят в рабочее состояние. Для этого перед заправкой машинист обходит составы и проверяет надежность сцепления автосцепок, правильность соединения штепселей и розеток междвагонных соединений, а также рукавов тормозной и напорной магистралей, убеждается в отсутствии посторонних предметов на рельсах под вагонами поезда. При приемке особое внимание уделяют креплению деталей механического оборудования, убеждаются в исправности предохранительных устройств рычажно-тормозной передачи и люльчатого подвешивания. Проверяют плотность закрытия ящиков с подвагонным оборудованием, смотровых люков тяговых двигателей и вспомогательных машин. Обращают внимание на состояние бандажей колесных пар, крепление болтов редуктора и состояние резинокордовых муфт. По указанию машиниста помощник проверяет исправность внутривагонного оборудования, состояние шкафов, дверей, диванов, полок, динамиков, потолочных люков, кожухов печей, предохранительных площадок, качество уборки вагонов, а также включает в низковольтных шкафах прицепных и головных вагонов разъединители аккумуляторных батарей, а в низковольтных шкафах моторных

вагонов проверяет правильность установки разъединителя цепей управления (РУМ) и включение кнопки быстродействующего выключателя (БВ). В кабинах управления (рис. 39) машинист и его помощник убеждаются в наличии пломб на аппаратах локомотивной сигнализации и автостопа, исправности привода скоростемера, наличии скоростемерной ленты, писцов и правильности их заправки, под заводят часовой механизм и устанавливают точное время.

После окончания предварительной проверки работоспособности электропоезда машинист включает кнопку "Вспомогательный компрессор", чтобы создать давление сжатого воздуха в цепи питания привода токоприемника. Через 2–3 мин работы вспомогательного компрессора создается необходимое давление и, нажав кнопку "Токоприемник поднят", машинист поднимает все токоприемники поезда, в чем убеждается визуально и по сигнальной лампе "Напряжение сети", которая при правильной работе гаснет. Включением кнопки "Выключатель управления" (ВУ) приводят в работу вспомогательные машины и заправляют напорную и тормозную магистрали сжатым воздухом до установленного давления. Доведя давление в напорной магистрали до 4,0–4,5 кгс/см², выключают вспомогательные компрессоры, так как этого давления достаточно для удержания токоприемников в поднятом состоянии. В случае длительного отстоя в условиях гололеда или снегопада включают вспомогательные машины только после двух-трех подъемов токоприемников, что способствует удалению ледяной корки и снега с полозов токоприемников, осложняющей токосяем.



Рис. 39. Общий вид кабины:

1 — контроллер машиниста; 2 — кран машиниста; 3 — радиостанция; 4 — скоростемер; 5 — пульт управления; 6 — локомотивный светофор

Работоспособность всех секций локомотивная бригада контролирует по сигнальным лампам на пульте управления. Подготовку электропоезда для работы на линии заканчивают проверкой работы тормозов в соответствии с инструкцией ЦТ-ЦВ-ВНИИЖТ-4440.

Перед приведением поезда в движение машинист, кратковременно нажав кнопку БВ, приводит быстродействующий выключатель в рабочее положение, т. е. включает, о чем свидетельствует погасание сигнальной лампы на пульте управления; состав затормаживают и отпускают ручной тормоз.

Для повышения безопасности движения поездов и предотвращения проездов запрещающих сигналов введена минутная готовность (см. с. 132). После выполнения минутной готовности машинист производит отпуск автотормозов, одновременно устанавливая ручку крана машиниста в положение I, а затем в поездное. Убедившись по сигнальной лампе в отпуске автотормозов, машинист приводит поезд в движение, переводя рукоятку контроллера в маневровое положение, проверяет работоспособность всех секций по кратковременному загоранию сигнальных ламп линейных контакторов.

В зимний период из-за возможного примерзания тормозных колодок к бандажам колесных пар при выезде из пунктов отстоя локомотивная бригада проверяет работу механического оборудования. Для этого помощник машиниста отходит от состава на безопасное расстояние и убеждается в том, что во время движения электропоезда со скоростью 1–2 км/ч колесные пары вращаются. В случае юза колесной пары из-за примерзания колодки помощник подает машинисту сигнал остановки и после того, как поезд остановится, принимает меры к расклиниванию колесной пары, затем движение электропоезда возобновляют и осуществляют дальнейший контроль.

Трогание и разгон. Во время разгона поезда машинист и его помощник внимательно наблюдают за равномерностью роста скорости, убеждаются в отсутствии боксования, юза и искрений по поезду. После разгона до 8–10 км/ч машинист устанавливает рукоятку контроллера в нулевую позицию и проверяет свободный выбег состава. Движение поезда без заметного снижения скорости свидетельствует о нормальной работе. Подъезжая к посадочной платформе на выбеге при скорости 5–7 км/ч, локомотивная бригада проверяет работу автотормозов, а в зимних условиях приводит их в действие и для удаления ледяной корки или снега с тормозных колодок и колесных пар. Присутствие льда и снега увеличивает тормозной путь и отрицательно влияет на безопасность движения поездов.

Ведение электропоезда по перегону. После остановки поезда у посадочной платформы помощник машиниста открывает автоматические двери и контролирует посадку пассажиров. Убедившись в разрешающем показании впередистоящего сигнала и окончании посадки пассажиров, он исходя из расписания закрывает автоматические двери и подтверждает машинисту готовность к отправлению поезда. Машинист, убедившись в разрешающем показании впередистоящего сигнала,

приводит поезд в движение. На первых двух-трех перегонах разгон осуществляют на 1-й или 2-й позиции контроллера машиниста, обеспечивая в цепи тяговых двигателей небольшие токи. Дальнейшее ведение поезда производят, ставя рукоятку контроллера машиниста на 1—2 с в маневровое положение, а затем в то, на котором будет осуществляться разгон. Задержка рукоятки в маневровом положении приводит к повышенному расходу электрической энергии на нагрев пусковых резисторов, уменьшает ускорение и увеличивает время разгона. Во время разгона внимательно следят за работой всех секций как по контрольным приборам, так и по реакции состава. Пользуясь зеркалом обратного вида, наблюдают за составом и убеждаются в отсутствии искрений.

В пути следования для проверки работы ходовых частей, а также температурного режима помощник машиниста по указанию машиниста проходит по всем вагонам электропоезда, проверяя, не возникают ли посторонние стуки при вращении колесных пар, работе тяговых двигателей и зубчатой передачи. Резкие ритмичные удары при каждом обороте колеса сигнализируют о наличии выбоины на поверхности катания бандажа. В отдельных случаях могут возникать глухие ритмичные удары, что является следствием местной просадки бандажа при наличии в нем внутренних раковин. Выбоины или раковины на бандажах представляют опасность для нормальной работы подвижного состава и рельсов, поэтому помощник машиниста при обнаружении таких дефектов немедленно докладывает о них машинисту, который принимает меры для проверки данной колесной пары и выясняет возможность дальнейшего следования поезда.

При ведении поезда по обслуживаемому участку должны быть обеспечены условия безопасности движения, четкое выполнение графика движения, культуры обслуживания пассажиров, технологии ведения поезда. В процессе ведения поезда используют все положения рукоятки контроллера машиниста, которых на электропоезде ЭР2 восемь:

М — маневровое, применяют для разгона поезда до небольшой скорости, достаточной при маневровых передвижениях, в этом положении контроллера машиниста все пусковые резисторы введены в цепь тяговых двигателей;

I — используют для разгона до скорости 40—50 км/ч, а также для поддержания скорости на отдельных перегонах; пусковые резисторы полностью выведены из цепи тяговых двигателей, тяговые двигатели соединены последовательно, возбуждение полное;

II — применяют для разгона до 60—70 км/ч, а также для поддержания более высоких скоростей; все тяговые двигатели соединены последовательно, возбуждение их ослаблено на 50 %, что способствует увеличению частоты вращения двигателей и соответственно скорости движения;

III — применяют для разгона до установившейся скорости 80—100 км/ч, тяговые двигатели попарно соединены в две параллельные

ветви, пусковые резисторы полностью выведены, возбуждение полное, увеличение частоты вращения тяговых двигателей и соответственно скорости движения происходит в результате повышения напряжения, подводимого к тяговым двигателям;

IV — используют для достижения максимальных скоростей движения 110–130 км/ч, тяговые двигатели соединены в две попарно параллельные ветви с полностью выведенными резисторами, возбуждение ослаблено до 50 %;

IIa, IIIa — эти положения применяют при нарушении автоматического пуска. Машинист может перейти на ручное управление. Нажав кнопку "Ручной пуск" на пульте управления, он поочередно устанавливает рукоятку контроллера в положения IIa и IIIa, подавая питание на вентили реостатных контроллеров PKI и PKII, что приводит к вращению реостатного контроллера под контролем реле ускорения РУ;

0 — применяют на выбеге.

В условиях плохого сцепления и боксования колесной пары срабатывает реле боксования и на пульте управления загорается соответствующая сигнальная лампа. Для предотвращения боксования осуществляют разгон электропоезда на пониженном ускорении: машинист включает на пульте управления кнопку "Пониженное ускорение", и переход реостатного контроллера с одной позиции на другую происходит замедленно.

Лампа РБ (реле боксования) во время ведения поезда, когда рукоятка контроллера находится в положениях I и II, может гореть не более 5 с; при большом времени возможно образование кругового огня на коллекторах тяговых двигателей. В положениях III и IV горение этой лампы не допускается, а в случае загорания ее немедленно переводят рукоятку контроллера машиниста в положение 0, так как из-за боксования колесной пары, связанной с 3-м или 4-м тяговым двигателем, возникает опасность прохождения тока перегрузки в цепи 1-го и 2-го двигателей. Это может вызвать круговой огонь по коллектору, срабатывание быстродействующего выключателя и реле перегрузки. Если рукоятка контроллера машиниста находилась в положении II или IV, при необходимости ее устанавливают соответственно в положение I или III, осуществляя переход на полное возбуждение.

Возвращение рукоятки контроллера машиниста в положение II или IV возможно, но в этом случае ослабление возбуждения тяговых двигателей до 50 % происходит в один прием, а не постепенно. Такой режим ведения нежелателен, так как приводит к большим броскам тока особенно при значительном снижении скорости.

Во время разгона поезда рукоятку контроллера машиниста можно кратковременно установить в положение I, затем в маневровое положение. Если разгон недостаточен, снова переводят рукоятку контроллера в положение I и затем возвращают в маневровое.

Такой метод ведения применяют при боксовании или для более медленного разгона поезда. В этом случае часть пуско-

вых резисторов остается в цепи питания тяговых двигателей, что вызывает дополнительный расход электроэнергии.

Переход на положение I или II контроллера машиниста, если набор скорости происходил в положении III или IV, осуществляют, установив рукоятки контроллера в положение 0. Реостатный контроллер переходит на 18-ю позицию, и дальнейшее вращение его вала будет происходить автоматически до заданной позиции.

На электропоездах ЭР2Р и ЭР2Т все положения контроллера машиниста, кроме маневрового и I, безреостатные, увеличение скорости осуществляют ослаблением возбуждения. В зависимости от необходимой скорости на впереди лежащем перегоне выбирают положение главной рукоятки контроллера. В отличие от электропоезда ЭР2 на электропоездах ЭР2Р, ЭР2Т, ЭР9Е машинист выбирает уставку реле искроения исходя из условий пуска.

Расход электроэнергии и влияние на него режимов вождения. Эксплуатация электропоездов связана с большим расходом электроэнергии. Поэтому очень важно при вождении электропоездов стремиться к минимальному расходу электроэнергии. Это зависит не только от умелого ведения поезда, но и от его технического состояния. Расход электроэнергии зависит от подбора колесно-моторных блоков не только на каждом моторном вагоне, но и на моторных вагонах всего поезда. Необходимо, чтобы тяговые силы всех моторных вагонов были одинаковыми. Иначе возникает перегрузка тяговых двигателей на некоторых моторных вагонах, что отрицательно сказывается на техническом состоянии всего поезда и ведет к повышенному расходу электроэнергии.

Заводы, выпускающие и ремонтирующие электропоезда, производят подбор тяговых двигателей по магнитным характеристикам, сопротивлению их обмоток и индуктивных шунтов. Расхождения в характеристиках компенсируют подбором бандажей колесных пар по диаметрам. К двигателям с высокими скоростными характеристиками подбирают колесные пары с меньшим диаметром, к двигателям с меньшей частотой вращения — с большим диаметром.

Часть электроэнергии используется на собственные нужды электропоезда, это составляет 7–10 % общего расхода и зависит от работы электрического и пневматического оборудования. Возможные утечки сжатого воздуха из тормозной и питательной магистралей вызывают частые включения мотор-компрессоров в работу, что способствует неоправданному увеличению расхода электроэнергии.

Утечки в вентилях, управляющих открытием и закрытием автоматических дверей электропоезда, в дверных цилиндрах, соединениях воздухопроводов, пневматических аппаратах возникают в результате плохого ухода со стороны ремонтных и локомотивных бригад. При эксплуатации электропоездов в зимний период большое количество электроэнергии расходуется на отопление салонов вагонов: примерно 25 % электроэнергии, затрачиваемой на тягу. Поэтому подготовку составов к осенне-зимним перевозкам осуществляют заранее, уделяя особое внимание работе салонных дверей.

Для ликвидации реакций по электропоезду во время разгона возможно уменьшить ток уставки реле ускорения, но это отрицательно сказывается на экономических показателях. Так, уменьшение тока уставки до 140 А по сравнению с требуемым 175 А вызывает перерасход электроэнергии около 5 %. Обусловлено это более медленным выводом пусковых резисторов и выходом на ходовую позицию и, следовательно, увеличением потерь электроэнергии.

У электропоездов ЭР2Р и ЭР2Т пусковые потери значительно выше, чем у электропоезда ЭР2, из-за применения последовательного соединения тяговых двигателей. На электропоездах переменного тока реостатный пуск отсутствует, но в период разгона резко снижается коэффициент мощности, что вызывает дополнительные потери электроэнергии.

Движение поезда можно разделить на несколько фаз: разгон, установившееся движение, выбег, торможение и стоянка. Разгон для электропоездов наиболее важен, так как расход электроэнергии в этот период составляет около 70 % всего ее расхода на движение по участку длиной 3 км с прямым профилем.

Разгон можно разделить на два периода: до момента выхода на автоматическую характеристику – скорость v_n (рис. 40) и от этого момента до достижения установившейся скорости v_y . Первый период – период пуска – характеризуется постоянным ускорением, обеспечиваемым выводом пусковых резисторов из цепи тяговых двигателей, продолжительность этого периода t_n зависит от суммарной мощности тяговых двигателей при разгоне. Расход электроэнергии в процессе увеличения скорости зависит от времени t_p движения электропоезда под током, которое представляет собой сумму продолжительностей пуска и установившегося движения: $t_p = t_n + t_y$.

Путем интенсивного разгона машинист добивается скорейшего выхода на автоматическую характеристику и достижения необходимой скорости, продолжая дальнейшее движение на выбеге. Однако при таком режиме разгона возникают большие токи, влияющие на расход электроэнергии.

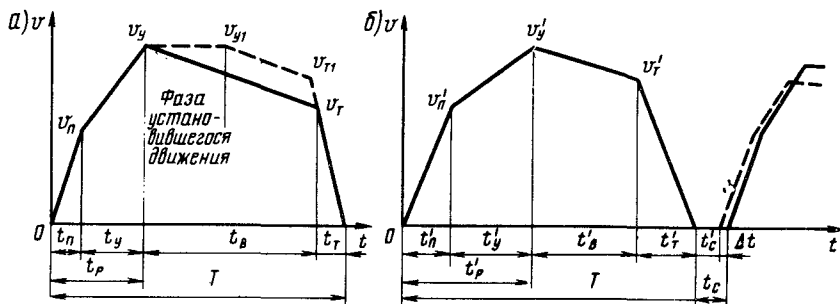


Рис. 40. Кривые скорости при интенсивном (а) и замедленном (б) разгонах

При замедленном разгоне выход на автоматическую характеристику затягивается, и возрастает время движения под током, хотя ток несколько ниже, чем при быстром разгоне. Длительное движение под током укорачивает выбег и увеличивает скорость поезда к остановочному пункту, что увеличивает тормозной путь и время на остановку.

Несмотря на то что при замедленном разгоне реализуются меньшие токи, интенсивный разгон является предпочтительным, так как при этом уменьшается время на набор необходимой скорости, а период пуска, способствующий быстрейшему выходу на автоматическую характеристику, минимален. Время движения на выбеге увеличивается, и подъезд к остановочному пункту происходит на уменьшенной скорости, что снижает тормозной путь и время на остановку поезда. Поэтому для уменьшения расхода электроэнергии разгон целесообразно производить с возможно большим ускорением.

После разгона на отдельных участках пути возможно движение поезда с установившейся скоростью, которая определяет равновесие сил тяги и сопротивления движению. На перегонах длиной 5–10 км со сложным профилем (движение по затяжному подъему) поддержание скорости машинисты обеспечивают, используя положения I и II контроллера машиниста. При ведении поезда по спуску или площадке машинисты стараются сократить время установившегося движения или избежать его, увеличив время движения на выбеге, тем самым уменьшая расход электроэнергии. На коротких перегонах при любом профиле пути установившееся движение, как правило, не применяют.

Движение поезда по инерции с момента отключения тяговых двигателей до применения тормозов характеризует период выбега. Продолжительность выбега для электропоездов различна и при ведении поезда по расписанию составляет от 30 до 80 % общего времени хода по перегону. Правильный выбор момента перехода на выбег, т. е. момента отключения тяговых двигателей, во многом определяет расход электроэнергии, затрачиваемой на разгон, а также влияет на выбор момента начала торможения на остановочном пункте. Поздний переход на выбег приводит к необходимости начать торможение при большой скорости, и, следовательно, электроэнергия, затраченная на разгон поезда, погасится в тормозах в виде тепловой при механическом торможении. Ранний переход на выбег может привести к невыдержке перегонного времени.

Для правильного определения продолжительности выбега на участке рассматривают несколько различных вариантов для каждого перегона, количественно оценивают расход электроэнергии и выбирают наиболее выгодный вариант.

Момент окончания выбега определяется началом торможения. Торможение в значительной степени влияет на расход электроэнергии. На электропоездах с пневматическим торможением уменьшение тормозного пути и времени t_z на торможение (рис. 41) способствует большему экономическому эффекту, а на электропоездах с реостатно-рекуперативным торможением процесс торможения ста-

Рис. 41. Кривые скорости при выбегах интенсивном (I) и замедленном (II)

раются затянуть, уменьшая его интенсивность и увеличивая отдачу энергии.

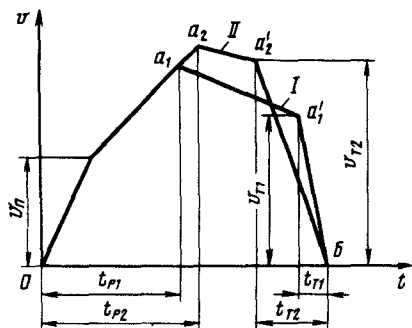
Для уменьшения тормозного пути применяют интенсивное торможение, которое зависит от скорости начала торможения, загрузки вагонов, состояния рельсов, регулировки тормозной

и рычажной передач. Метод торможения, применяемый для остановки поезда, определяется квалификацией машиниста, его практическими навыками.

Движение поезда по участку сопровождается стоянками на остановочных пунктах для высадки-посадки пассажиров. Продолжительность стоянки (см. рис. 40, б) зависит от времени следования поезда, дня недели, погодных условий и от пассажиропотока.

В расписании каждого электропоезда заложено время для стоянки на остановочном пункте, как правило, оно составляет 30 с, а на отдельных пунктах, где пассажиропоток выше, — 1 мин. Практически время стоянки может быть меньше или больше определенного расписанием. Если время стоянки меньше установленного, то время движения по следующему перегону увеличивается на величину Δt . Исходя из этого скорость разгона поезда может быть ниже, расход электроэнергии на разгон — меньше. Однако не всегда представляется возможным использовать даже часть времени от сокращения стоянок на движение. Препятствует этому неравномерное распределение пассажиров по составу. Отдельные остановочные платформы располагаются односторонне по отношению к населенному пункту или со стороны моста, тоннеля, и высадка-посадка производится из двух-трех вагонов, что увеличивает стоянку, вынуждая затем машиниста применять более интенсивный разгон, дополнительно расходуя электроэнергию. Сокращение времени стоянок во многом зависит от слаженной работы локомотивной бригады, однако это не должно отражаться на обслуживании пассажиров. Для этого необходимо обеспечивать четкую работу автоматических дверей, соответствующую подготовку автотормозов перед приведением состава в движение.

Для организации движения поездов на основе данных тяговых расчетов составляют график, который корректируется с учетом изменения размеров движения на эксплуатируемом участке. На проследование определенного перегона закладывают необходимое время, отражают в расписании движения время на участке пути между остановками.



Режимные карты. При составлении графика движения поездов наиболее экономные режимы ведения поездов учитывают не всегда, и поэтому в локомотивных депо на основе практического опыта работы с учетом местных особенностей составляют режимные карты. В режимной карте указывают порядок ведения поезда, начало включений и начало отключений контроллера машиниста, время следования по перегону, расстояние между остановочными пунктами, максимальную скорость разгона, промежуточные включения тяговых двигателей электропоезда.

Режимные карты составляют отдельно для "четного" и "нечетного" направлений, при необходимости их помещают в кабинах управления — в одной для "четного", в другой (с противоположной стороны) для "нечетного" направлений. На рис. 42 показан профиль пути между станциями А и Б, а в табл. 9 и 10 — данные, характеризующие режим ведения поезда в обоих направлениях. При составлении таблиц, отражающих режим ведения поезда, руководствуются расписанием движения поездов, профилем пути, техническими возможностями электропоезда.

Сначала производят расчет средней скорости по каждому отдельному участку между остановками (А-в, в-г, г-д, ...) без учета времени на стоянку. Принимать за расчетную среднюю скорость проследования поезда между станциями А и Б недопустимо, так как при этом не учитывается время на разгон и торможение.

Полученную скорость для отдельного участка увеличивают до значения, включающего время на разгон и торможение. Следующий

Таблица 9. Данные, характеризующие движение электропоезда по участку А-Б (рис. 42, а)

Остановочный пункт	Расстояние, км	Время, мин	Положение рукоятки контроллера машиниста	Скорость при отключении тока, км/ч
А	—	—	—	—
в	3,0	3,5	I, II	25, 40
г	3,2	4,0	III	70
д	2,1	2,0	III	65
Е	2,0	2,0	III	65
ж	2,0	2,5	II	50
З	1,3	1,5	II	50
и	2,3	2,5	III	60
к	1,6	2,0	II	50
л	1,8	2,0	II	50
м	1,9	2,0	III	60
н	1,5	2,0	III	60
Б	3,4	3,0	IV	80

Таблица 10. Данные, характеризующие движение электропоезда по участку Б-А (рис. 42, б)

Остановочный пункт	Расстояние, км	Время, мин	Положение контроллера машиниста	Скорость при отключении тока, км/ч
Б	—	—	—	—
н	3,4	4,0	II	40
м	1,6	2,0	II	45
л	1,9	2,0	III	60
к	1,8	2,0	III	65
и	1,6	2,0	II	50
З	2,3	2,0	III	60
ж	1,3	2,0	II	40
Е	2,0	2,5	II	50
о	2,0	2,0	III	70
г	2,1	2,0	IV	80
в	3,2	4,0	III	70
А	3,0	3,5	III	60

участок между остановками просчитывают аналогичным образом, результаты вносят в таблицу и производят пробную поездку, учитывая при этом расход электроэнергии при каждом разгоне по счетчику на моторном вагоне. Пробные поездки повторяют при различных режимах, и самый экономичный вариант вносят в режимную карту.

Рассмотрим технологию ведения электропоезда на участке А-Б. Участок пути от станции А до станции Б двухпутный и имеет разнообразный профиль, выраженный подъемами, спусками; имеются площадки и две промежуточные станции — Е и З. Для каждого участка устанавливают допустимые скорости движения электропоездов, на двухпутных участках скорость движения устанавливают в четном и нечетном направлениях. Допустимые скорости движения ежегодно по каждому участку корректируются, вносятся в специальный приказ, который издает начальник дороги. Выписку из приказа "Об установлении скоростей движения поездов" выдают каждому члену локомотивной бригады, а также помещают в кабинах управления.

Устанавливаются скорости движения в четном и нечетном направлениях по перегонам и станциям (раздельно для главного и боковых путей), а также ограничения скорости следования по кривым.

Все работы, связанные с приведением поезда в рабочее состояние (заправка, опробование автотормозов, открытие автоматических дверей), локомотивная бригада заканчивает не позднее чем за 5 мин до отправления; за 2-3 мин до отправления по внутривагонной связи она информирует пассажиров о маршруте следования поезда.

Отправление электропоезда в четном направлении со станции А локомотивная бригада производит при разрешающем показании передидстоящего сигнала по команде помощника машиниста. Убедившись в наличии разрешающего сигнала, окончании посадки пассажиров, помощник машиниста из служебного тамбура производит закры-

тие автоматических дверей; визуально убеждается в том, что они закрылись и никто ими не зажат, отсутствуют препятствия для отправления поезда и повторно, удостоверившись в наличии разрешающего показания сигнала, четко произносит его показание и принадлежность определенному пути.

Это является сигналом для отправления поезда. В свою очередь, машинист контролирует закрытие автоматических дверей по сигнальной лампе "Двери закрыты" на пульте управления, убеждается в разрешающем показании расположенного впереди сигнала и приводит поезд в движение.

После отправления помощник машиниста закрывает двери служебного тамбура, проходит в кабину управления и продолжает наблюдение за проследованием пассажирской платформы через зеркало обратного вида. Машинист, приведя поезд в движение, периодически глядя в зеркало обратного вида, также наблюдает за составом и проследованием платформы.

До набора скорости 5–7 км/ч убеждаются в работоспособности секций по кратковременному загоранию на пульте управления сигнальной лампы линейных контакторов. После этого на 2–3 с машинист устанавливает рукоятку контроллера в положение I, а затем – в маневровое, производя замедленный разгон, так как первые 300 м проходят по боковым путям станции и скорость следования ограничена значением 25 км/ч. При недостаточном разгоне машинист снова ставит рукоятку контроллера на 2–3 с в положение I и затем возвращается в маневровое. Развив скорость 25 км/ч, машинист устанавливает рукоятку контроллера в нулевое положение и дальнейшее движение продолжает на выбеге. При следовании по станционным путям машинист и его помощник внимательно наблюдают за маршрутом отправления, о чем информируют друг друга.

Выход состава на главный путь контролирует помощник машиниста, о чем он докладывает машинисту, который подтверждает принятую информацию и устанавливает рукоятку контроллера на 1–2 с в маневровое положение, а затем в положение II, увеличивая скорость до 40 км/ч. После этого машинист переводит рукоятку контроллера в нулевое положение, и следующие 750 м главного пути станции электропоезд проходит на выбеге.

После выхода состава со станции, о чем помощник информирует машиниста, последний устанавливает рукоятку контроллера на 1–2 с в маневровое, а затем в положение III, развивая скорость 60 км/ч. Затем рукоятку контроллера переводят в нулевое положение и дальнейшее движение продолжают на выбеге. В период выбега происходит уменьшение скорости на 8–10 км/ч из-за наличия подъема крутизной 2 ‰ и кривой на 3-м километре. Уменьшение скорости до 50 км/ч к моменту опробования автотормозов соответствует той скорости, которая определена местной инструкцией.

При подъезде к остановочному пункту и при скорости 50 км/ч машинист производит опробование пневматических тормозов. Для

этого он выключает источник питания электропневматических тормозов, перемещает ручку крана машиниста № 395 из положения II в положение V, а № 334Э из положения II в IV, снижает давление в уравнительном резервуаре на 0,4–0,5 кгс/см² и переводит ручку крана машиниста № 395 в положение IV, а № 334Э в положение III. После появления тормозного эффекта и снижения скорости на 10 км/ч устанавливают ручку крана машиниста в положение I для отпуска тормозов с целью повышения давления в уравнительном резервуаре до 5,0–5,2 кгс/см² при кране машиниста № 395, а при кране № 334Э на 5–7 с, с последующим переводом ручки крана в поездное положение. После отпуска автотормозов включают источник питания электропневматических тормозов. Остановку поезда на платформе машинист производит электропневматическими тормозами. Исходя из того что при опробовании пневматических тормозов отпуск после снижения скорости происходит замедленно и общее падение скорости составляет 20 км/ч, первой ступенью торможения создают давление в тормозных цилиндрах 0,8–1,0 кгс/см², второй ступенью усиливают до 1,2–1,5 кгс/см². При остановке производят ступенчатый отпуск по 0,3–0,4 кгс/см², в момент остановки давление в цилиндрах составляет 0,6–0,8 кгс/см².

Подъезжая к концу платформы или к сигнальному знаку "Остановка первого вагона", убеждаются в разрешающем показании впередистоящего сигнала (если его не видно, то в показании АЛСН). Помощник машиниста выходит в служебный тамбур, после остановки поезда открывает автоматические двери и наблюдает за высадкой-посадкой пассажиров, а машинист снижает давление в тормозных цилиндрах до минимального, чтобы не происходило движение во время высадки-посадки пассажиров. Когда высадка-посадка закончится, помощник машиниста закрывает автоматические двери, убеждается в разрешающем показании расположенного впереди светофора и повторяет его показание машинисту, это и является для машиниста сигналом на приведение поезда в движение. Машинист убеждается в разрешающем показании впередистоящего светофора, производит полный отпуск тормозов, установив ручку крана машиниста в положение I, при кране № 395 до давления в уравнительном резервуаре 5,0–5,2 кгс/см², при кране усл. № 334Э с выдержкой 5–7 с и последующим переводом в поездное положение. После отпуска тормозов, о чем свидетельствует погасание сигнальной лампы тормозов, приводят поезд в движение, установив рукоятку контроллера на 1–2 с в маневровое, а затем в положение III (ориентируясь на режимную карту, табл. 1).

Используя благоприятный профиль (уклон 1 ‰), развивают скорость 70 км/ч, после чего рукоятку контроллера машиниста ставят в нулевое положение, продолжая дальнейшее движение на выбеге. Вследствие наличия подъема крутизной 6 ‰ скорость уменьшается до 55 км/ч, а на уклоне 4 ‰ в кривой увеличивается до 60 км/ч. При подъезде к остановочной платформе производят опробование электропневматических тормозов, для чего перемещают ручку крана машини-

ста № 395 из поездного положения в V, а № 334Э в положение IV для повышения давления в тормозных цилиндрах до 0,8–1,5 кгс/см² с последующим переводом ее в положение III. После получения тормозного эффекта и снижения скорости на 10 км/ч производят отпуск тормозов, ставя ручку крана машиниста в положение I, пока давление в уравнительном резервуаре не достигнет 5,2–5,4 кгс/см², а при кране № 334Э с выдержкой 5–7 с в положение I.

Дальнейшее ведение поезда между станциями А–Б осуществляют аналогичным порядком, ориентируясь на режимную карту, торможение на остановочных пунктах производят с учетом минимальных затрат времени на остановку.

Движение по отдельным участкам между остановками рассмотрим более подробно, так как для них характерен сложный или благоприятный профиль пути. Так, на участке Е–ж профиль пути сложный. Первые 800 м – это площадка, но развивать скорость свыше 50 км/ч нельзя, так как имеются ограничения по стрелочным переводам. После выхода состава со станции применять интенсивный разгон нецелесообразно из-за наличия подъема. Поэтому используют положение I контроллера машиниста для поддержания скорости. Участки з–и, к–л имеют благоприятный профиль (уклон), и при ведении поезда с опозданием можно производить разгон до большей скорости, затрачивая минимальное количество электроэнергии на ликвидацию опоздания.

Прибыв на станцию Б, открывают автоматические двери со стороны платформы и приводят электропоезд в нерабочее состояние, для чего выключают выключатель управления, опускают токоприемники, выключают ЭПК, разряжают тормозную магистраль на 1,5 кгс/см², перекрывают краны на напорной и тормозной магистралях, устанавливают ручки крана машиниста № 395 в положение VI, № 334Э в положение I, тормозной переключатель в положение III, снимают питание с дверей, включают габаритные фонари. После этого машинист переходит в другую кабину управления, а его помощник остается в хвостовой для опробования автотормозов. Во время перехода машиниста из одной кабины в другую помощник машиниста заполняет маршрутный лист и устанавливает маршрутный указатель в нужном направлении.

Ведение поезда в нечетном направлении от станции Б до станции А также имеет свои особенности. На первом участке Б–н профиль благоприятный (площадка, затем уклон), и для проследования его машинист, учитывая ограничения по стрелочным переводам, набирает скорость 40 км/ч, установив рукоятку контроллера машиниста в положение II, а при выходе со станции увеличивает скорость до 50 км/ч.

При подъезде к остановочному пункту Н из-за наличия уклона 4 ‰ скорость увеличилась до 70 км/ч, поэтому машинист заранее снижает ее до 60 км/ч и с этой скорости производит опробование пневматических тормозов. На участке н–м с благоприятным профилем повышенный разгон нецелесообразен из-за малой протяженности участка и возможности превышения скорости опробования электропневматических тормозов.

Участок м-л достаточно сложный (подъем), и преодоление его связано с большим расходом электроэнергии, поэтому машинист для набора скорости использует интенсивный разгон до 60 км/ч. На перегоне Б-А заслуживают также внимания участки между остановками и-3, Е-д, д-2, на которых за счет реализации интенсивного разгона возможно ликвидировать опоздание с минимальными затратами электроэнергии на движение поезда.

Станция А является тупиковой, и согласно инструкции ЦТ-ЦВ-ВНИИЖТ-4440 необходимо произвести опробование автотормозов в пути следования. Эту проверку локомотивная бригада производит на остановочном пункте в, предшествующем станции А. При следовании по станции А въезд на путь приема производят с особой осторожностью, так как он заканчивается тупиковой призмой. Для повышения безопасности движения поездов скорость по таким путям ограничивают, что отражают в местной инструкции.

При ведении поезда расход электроэнергии на тягу во многом зависит от выбора положения рукоятки контроллера машиниста при разгоне. Установлено, что для электропоездов серии ЭР2 повышение скорости до 50 км/ч наиболее экономично производить при положении II рукоятки контроллера, которое соответствует последовательному соединению тяговых двигателей с ослаблением возбуждения до 50 %. Разгон до этой скорости при положении III вызывает дополнительный расход электроэнергии в пусковых резисторах при переходе на параллельное соединение, несколько увеличиваются и потери в тяговых двигателях. Движение поезда со скоростью выше 50 км/ч, когда рукоятка контроллера находится в положении II, становится невыгодным из-за малой интенсивности разгона, так как повышение скорости происходит медленно и увеличивается время движения под током. При следовании на затяжной подъем производят разгон поезда до максимальной скорости до подъема, используя положение IV контроллера машиниста, учитывая, что чем выше скорость подхода к подъему, тем меньше будет израсходовано энергии на его преодоление. Затем рукоятку контроллера устанавливают для поддержания скорости в положение I или II.

График движения предусматривает для отдельных поездов зонный принцип, т. е. в расписании указывают остановочные пункты, которые поезд проходит без остановки. Как правило, такие поезда следуют на большие расстояния, порядка 100–200 км. Поэтому увеличивают межостановочные расстояния, что меняет режим ведения поезда. Эти перегоны просчитывают, выверяют и лучшие показатели вносят в режимную карту.

При ведении поезда возможно отклонение от расписания. Они могут возникнуть из-за наличия предупреждения, требующего снижения скорости, вынужденной остановки, непредусмотренной графиком, недостаточно четкого торможения, а также вследствие несовершенства приборов, регистрирующих скорость. Привод скоростемера установлен на первой колесной паре, и от скорости ее вращения зависят показания

скоростемера, они отклоняются от фактической скорости при различных диаметрах бандажа колесной пары.

Если диаметр бандажа колесной пары больше расчетного, то за один ее оборот пройденное ею линейное расстояние будет больше, а скоростемер покажет скорость меньше фактической и, наоборот, при меньшем диаметре – скорость больше фактической. Учитывая это, вносят поправку, ориентируясь на расписание движения поезда. Поэтому для своевременного принятия мер на каждом остановочном пункте сверяют время фактического проследования с расписанием, учитывая, что следование по графику обязательно и влияет на режим ведения идущих сзади поездов. Расстояние между поездами из-за опоздания поезда, идущего впереди, уменьшается; этот поезд оказывает влияние на идущий вслед за ним, и последний попадает в зону действия желтого, а то и красного огня светофора, что вызывает значительные отклонения от режима ведения поезда.

Режимные карты помогают локомотивной бригаде вести поезд по участку, но поездной обстановки они не учитывают, поэтому в каждом конкретном случае необходим творческий подход.

§ 35. УПРАВЛЕНИЕ ТОРМОЗАМИ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА

Проверка оборудования и опробование тормозов. Электроподвижной состав оборудован пневматическими, электропневматическими, а электропоезда последних выпусков электрическими тормозами. Надежная работа тормозного оборудования является непременным условием безопасности движения поезда. Поэтому очень важно при приемке поезда самым тщательным образом убедиться в исправности и работоспособности тормозов, а в процессе эксплуатации поддерживать их работу на необходимом уровне. После приведения электропоезда в рабочее состояние и зарядки сжатым воздухом тормозной (ТМ) и напорной (НМ) магистралей, при выдаче электропоезда в рейс из депа или отстоя на станционных путях без локомотивной бригады более времени, установленного начальником дороги, производят полное опробование автотормозов. Для этого убеждаются в правильном положении тормозных переключателей и концевых кранов на питательной и тормозной магистральных. Тормозной переключатель в хвостовой кабине управления устанавливают в положение III, а в головной – в положение I. По загоранию контрольной лампы в головной кабине управления определяют целостность электрической цепи электропневматического тормоза во всем поезде. В хвостовой кабине управления в случае применения крана машиниста № 395 разобщительный и комбинированный краны на напорной и тормозной магистральных перекрывают, а ручку крана машиниста устанавливают в положение VI. Если применен кран машиниста № 334Э, то кран двойной тяги не

питательной и разобшительный кран на тормозной магистрали перекрывают, а ручку крана машиниста устанавливают в положение I.

Питание тормозной магистрали в рабочей кабине осуществляют через кран машиниста, для чего в случае применения крана машиниста № 395 переводят его ручку из положения VI в положение I и открывают разобшительный кран на питательной магистрали. После зарядки уравнительного резервуара до давления $5,0 \text{ кгс/см}^2$ ручку крана машиниста переводят в положение II и открывают комбинированный кран на тормозной магистрали. При кране машиниста № 334Э открывают оба крана на напорной и тормозной магистралях, а ручку крана машиниста переводят из положения I в положение II.

При питании тормозной магистрали учитывают, что через воздухо-распределители № 292 происходит одновременная зарядка запасных резервуаров, давление в которых за 130–180 с достигает $4,8 \text{ кгс/см}^2$ при давлении в питательной магистрали $5,0\text{--}5,2 \text{ кгс/см}^2$. Затем убеждаются в работоспособности аккумуляторной батареи, подключая к ней при опущенных токоприемниках все потребители: прожектор, буферные фонари, световые сигналы, выключатель управления, вспомогательные компрессоры. Напряжение аккумуляторной батареи на электропоездах серии ЭР не должно становиться ниже 45 В. Потом производят полное служебное торможение без разрядки тормозной магистрали, для чего ручку крана машиниста № 334Э переводят в положение IV, а крана № 395 — в положение Vэ. Загорается сигнальная лампа торможения, в случае применения крана № 334Э срабатывает вентиль перекрыши. При этом не должен происходить выпуск сжатого воздуха из тормозной магистрали через кран машиниста. Когда давление в тормозном цилиндре повысится до $3,8 \text{ кгс/см}^2$, ручку крана машиниста переводят в положение III (перекрыша без питания магистрали).

После достижения установленного давления включают питание электропневматического тормоза и по лампе сигнализатора отпуска убеждаются в полном отпуске всех тормозов. Погасание этой лампы соответствует отпуску автотормозов по всему поезду. Затем переводят ручку крана машиниста № 395 в положение II, а № 334Э в поездное положение. Дальнейшая проверка сводится к определению работоспособности пневматических тормозов.

Проверяют плотность тормозной и напорной магистралей, уравнительного резервуара. Для этого заряжают тормозную магистраль до установившегося рабочего давления и ручку крана машиниста переводят в положение IV. Контроль осуществляют по манометру уравнительного резервуара: давление не должно снижаться более чем на $0,1 \text{ кгс/см}^2$ за 3 мин. Проверку плотности тормозной магистрали начинают с нормального рабочего давления. Перекрывают кран двойной тяги или комбинированный кран и наблюдают за падением давления в тормозной магистрали по манометру: оно не должно превышать $0,2 \text{ кгс/см}^2$ за 1 мин. Плотность напорной магистрали проверяют после отключения компрессоров и снижения давления в главных резервуа-

рах от максимального на $0,4-0,5$ кгс/см², затем давление должно снижаться не более чем на $0,2$ кгс/см² за 3 мин.

Проверяют производительность компрессоров; для этого при работающих компрессорах по манометру главного резервуара наблюдают за повышением давления с 7 до 8 кгс/см². Давление должно повышаться не более чем за 50 с с учетом работы всех компрессоров на электропоезде.

Дополнительно проверяют правильность регулировки стабилизатора по снижению давления в уравнительном резервуаре. Для этого, переведя ручку крана машиниста в положение I, повышают давление в уравнительном резервуаре до $6,5-6,8$ кгс/см² и затем устанавливают ее в поездное положение, отсчет производят после снижения давления в уравнительном резервуаре до $6,0$ кгс/см². Дальнейшее снижение с 6,0 до $5,8$ кгс/см², т. е. на $0,2$ кгс/см², должно происходить за 80–120 с. После зарядки тормозной магистрали до установленного рабочего давления $5,5-4,8$ кгс/см² проверяют чувствительность автотормозов. Кран машиниста № 395 устанавливают в положение V (№ 334Э в положение IV) и снижают давление в тормозной магистрали на $0,5-0,6$ кгс/см².

После срабатывания автотормозов ручку крана машиниста устанавливают в положение IV (№ 334Э в положение III) и проверяют действие автотормозов каждого вагона, для чего вдоль состава проходит помощник машиниста. Для отпуска автотормозов ручку крана машиниста № 395 ставят в положение II (крана № 334Э – в положение IIa). При этом воздухораспределители каждого вагона срабатывают на отпуск, в чем должен убедиться помощник машиниста, пройдя вдоль состава.

Затем проводят сокращенное опробование автотормозов из хвостовой кабины управления. Электропоезд приводят в нерабочее положение: выключают кнопку управления ВУ, опускают токоприемники, отключают источник питания электропневматического тормоза и переводят ручку крана машиниста № 395 в положение V (крана № 334Э в положение IV); снижают давление в уравнительном резервуаре на $1,3-1,5$ кгс/см², после чего ставят ручку крана машиниста № 395 в положение IV (крана № 334Э в положение III). Когда закончится выпуск сжатого воздуха через кран машиниста, перекрывают разобщительный и комбинированный краны, ручку крана машиниста № 395 ставят в положение VI (№ 334Э – в положение I). Тормозной переключатель устанавливают в положение III, соответствующее хвостовой кабине управления.

Из хвостовой кабины управления производят заправку электропоезда, для чего тормозной переключатель устанавливают в положение I, соответствующее головному вагону, ручку крана машиниста № 395 – в положение I и открывают разобщительный кран на питательной магистрали. Когда уравнительный резервуар зарядится до давления 5 кгс/см², открывают комбинированный кран на тормозной магистрали, а ручку крана машиниста устанавливают в поездное положение.

При кране машиниста № 334Э открывают оба крана на напорной и тормозной магистралях, ручку крана машиниста переводят из положения I в положение II.

После отпуска автотормозов и зарядки тормозной магистрали до рабочего давления проверяют электропневматические тормоза. Включают их источник питания, ручку крана машиниста № 395 устанавливают в положение V (№ 334Э – в положение IV), выдерживают до повышения давления в тормозном цилиндре головного вагона на 0,8–1,5 кгс/см² и переводят в положение IV. Помощник машиниста проверяет действие тормоза хвостового вагона по манометру тормозного цилиндра, машинист контролирует работу тормозов по манометру и сигнальной лампе в рабочей кабине.

После проверки действия тормоза хвостового вагона на торможение помощник машиниста подает сигнал об отпуске по межкабинной связи (одновременно проверив ее работоспособность), или звонком. Машинист, получив сигнал об отпуске тормозов, переводит ручку крана машиниста сначала в положение I, затем при кране № 395 – в II, а № 334Э – в положение IIa. Отсутствие давления воздуха в тормозных цилиндрах головного и хвостового вагонов, а также погасание сигнальной лампы тормозов свидетельствуют о их нормальной работе.

Последующая проверка сводится к определению действия автоматических тормозов, для чего выключают источник питания электропневматических тормозов и после зарядки до установленного давления тормозной магистрали производят снижение давления в уравнительном резервуаре на 0,5–0,6 кгс/см² темпом служебной разрядки. Устанавливают ручку крана машиниста в положение III, фиксируя данную ступень. Помощник машиниста проверяет действие автотормозов хвостового вагона на торможение и подает сигнал об отпуске тормозов. Машинист, получив сигнал об отпуске, переводит ручку крана машиниста сначала в положение I, а затем в поездное положение (кран № 395 – в положение II, № 334Э – в IIa). Погасание контрольной лампы тормозов и отсутствие давления в тормозных цилиндрах головного и хвостового вагонов свидетельствуют о правильной работе автотормозов.

Закончив опробование автотормозов, приводят электропоезд в нерабочее состояние и переходят машинист в головную, а помощник в хвостовую кабину управления. После приведения электропоезда в рабочее состояние (так называемая заправка) из головной кабины управления производят сокращенное опробование автотормозов и делают запись в бортовом журнале электропоезда, где указывают время и место полного опробования, пределы давления в главных резервуарах, поддерживаемого регулятором давления, давление в тормозной магистрали при поездном положении ручки крана машиниста, фамилии машиниста и помощника машиниста. Машинист и его помощник расписываются в журнале.

Одновременно с проверкой автотормозов проверяют работу элект-

рического тормоза. После того как электропоезд приведен в рабочее состояние, восстанавливают быстродействующий выключатель, включают кнопку "Торможение". Нажимают на кнопку контроля бдительности главной рукоятки контроллера машиниста, убеждаются на слух в том, что включилось реле контроля безопасности, устанавливают реверсивную рукоятку контроллера машиниста в положение "Вперед" или "Назад" и главную рукоятку в положение 3Т или 2Т.

Кратковременное загорание сигнальной лампы линейных контакторов на пульте управления сигнализирует о том, что собрана схема тормозного режима на всех моторных вагонах. Через 5–6 с срабатывает замещающий тормоз, при этом загорается сигнальная лампа торможения и манометр показывает наличие давления в тормозном цилиндре. Нажав кнопку "Секвенция", убеждаются в исправной работе блока реле ускорения (БРУ), системы автоматического управления торможением (САУТ) и в сборе цепи электрического торможения; контроль осуществляют по вращению вала контроллера до 11-й позиции. После того как главная рукоятка контроллера машиниста будет установлена в положение 0, происходит отпуск автотормозов (погасание сигнальной лампы тормозов СНТ) и электрические цепи приходят в исходное положение.

Управление тормозами при движении. При ведении поезда на первом перегоне проверяют автотормоза. Проверку производят после полного или сокращенного опробования тормозов на участках, определяемых местными инструкциями. Сначала проверяют автоматические тормоза, затем электропневматические.

Подъезжая к участку, для проверки тормозов (для электропоездов это, как правило, первая остановочная платформа) выключают источник питания электропневматических тормозов и со скорости, определяемой местной инструкцией, производят торможение. Для этого перемещают ручку крана машиниста № 395 из положения II в V (крана № 334Э из II в IV), снижают давление в уравнительном резервуаре на 0,4–0,5 кгс/см² и переводят ручку крана машиниста № 395 в положение IV (крана № 334Э в положение III). После проявления тормозного эффекта и снижения скорости на 10 км/ч устанавливают ручку крана машиниста № 395 в положение I для отпуска тормозов и повышения давления в уравнительном резервуаре до 5,0–5,2 кгс/см². При кране № 334Э его ручку выдерживают в положении I в течение 5–7 с в зависимости от числа вагонов в электропоезде и затем переводят в поездное положение. После отпуска тормозов включают источник питания ЭПТ. Зарядив автотормоза до установленного давления и подъехав к месту опробования электропневматических тормозов, перемещают ручку крана машиниста № 395 из поездного в положение V (№ 334Э – в IV) для повышения давления в тормозных цилиндрах до 0,8–1,5 кгс/см², затем переводят ручку крана в положение III. После получения тормозного эффекта и снижения скорости на 10 км/ч производят отпуск, установив ручку крана машиниста в положение I и повышая давление в уравни-

тельном резервуаре до 5,2–5,4 кгс/см². При кране № 334Э его ручку выдерживают в положении I в течение 5–7 с.

При вождении электропоездов, состоящих из двух-трех секций, с использованием крана машиниста № 395 отпуск автотормозов производят, ставя ручку этого крана в положение I на 1–2 с, затем ее перемещают в поездное положение. После экстренного торможения отпуск производят путем перекрытия комбинированного крана, для чего устанавливают ручку крана машиниста в положение I и после зарядки уравнительного резервуара до давления 5,0 кгс/см² переводят в поездное, открывают комбинированный кран и заряжают тормозную магистраль поезда до установленного давления.

В пути следования постоянно следят за поддержанием установленного зарядного давления, обращая особое внимание на восстановление его после отпуска автотормозов.

На Московской дороге в местах опробования автотормозов в пути следования установлены специальные щиты "Начало торможения", "Конец торможения" с учетом максимального тормозного пути при минимальном тормозном эффекте. Если тормозной эффект отсутствует в течение 10 с или тормозной путь превышает расстояние между щитами, машинист обязан применить экстренное торможение и использовать все имеющиеся в его распоряжении средства (ручные тормоза, стоп-кран, электрическое торможение) для остановки поезда и затем выявить и устранить неисправность.

При ведении поезда ручка крана машиниста находится в поездном положении (II при кране № 395, IIa при кране № 334Э). Перед выполнением служебного торможения пневматическими тормозами ручку крана машиниста переводят из поездного положения на 3–5 с в положение перекрыши, а затем – в тормозное и снижают давление при кране № 334Э в тормозной магистрали на 0,5–0,6 кгс/см², а при кране машиниста № 395 – в уравнительном резервуаре на 0,4–0,5 кгс/см². Затем ручку переводят в положение перекрыши, причем при кране № 395 ее задерживают в положении IV до прекращения выпуска воздуха из магистрали (во избежание самопроизвольного отпуска из-за возможности пропуска обратного клапана), т. е. до следующей ступени торможения, которая производится через 3–5 с после прекращения выхода воздуха из тормозной магистрали. Если выполнить следующую ступень торможения при незаконченной разрядке от первой, то в тормозных цилиндрах головных вагонов высокое давление будет создано гораздо быстрее, чем у хвостовых, а это вызовет значительные продольные силы по поезду.

После первой ступени торможения при необходимости применяют последующие в пределах 0,3–0,9 кгс/см², т. е. вплоть до полного служебного торможения. Разрядка тормозной магистрали более 1,5 кгс/см² приводит к бесцельному выпуску воздуха в атмосферу вследствие выравнивания давления в тормозных цилиндрах и запасных резервуарах. Снижение давления в тормозной сети при кране

машиниста № 334Э и уравнительном резервуаре при кране № 395 менее чем на $0,3 \text{ кгс/см}^2$ может не вызвать торможения из-за низкой чувствительности уравнительного поршня.

На затяжных спусках, где требуется длительное или повторное торможение пневматическими тормозами, стремятся не допустить их истощения и заблаговременно принять меры к зарядке тормозной магистрали в интервале между повторными торможениями. Отпуск и зарядку тормозов производят, установив ручку крана машиниста в положение I и затем в поездное.

При подъезде к остановочному пункту со скоростью 50 км/ч и менее производят первую ступень торможения, снижая давление в тормозной магистрали при кране машиниста № 395 на $0,3\text{--}0,4 \text{ кгс/см}^2$, после чего ручку крана устанавливают в положение перекрыши и при необходимости усиливают торможение снижением давления не менее чем на $0,3 \text{ кгс/см}^2$. Повторное снижение давления производят даже в тех случаях, когда поезд остановлен после применения первой ступени торможения. Если дополнительную разрядку магистрали после одноступенчатого небольшого снижения не делать, то может не произойти надежного отпуска, что отрицательно отразится на дальнейшем движении поезда.

После дополнительной разрядки магистрали машинист производит отпуск первым положением крана машиниста с выдержкой в этом положении в течение $6\text{--}7 \text{ с}$. Затем переводят ручку крана машиниста в поездное положение, при котором происходит дальнейшая зарядка тормозной магистрали до установленного давления.

В случае нерасчетливого торможения, когда остановка поезда происходит ближе установленного места, заблаговременно до остановки производят отпуск тормозов, ставя ручку крана машиниста в положение I и повышая давление в уравнительном резервуаре до 5 кгс/см^2 . Затем переводят ручку крана в поездное положение и после небольшой ее выдержки ($1\text{--}2 \text{ с}$) в положении перекрыши выполняют повторное торможение снижением давления на величину, несколько большую, чем при первом торможении до отпуска и зарядки тормозной магистрали. При этом учитывают, что запасные резервуары по всему поезду за короткое время не успевают зарядиться до давления тормозной магистрали, и если сделать небольшой выпуск, то торможения может не произойти. Ручку крана машиниста выдерживают в положении перекрыши для ликвидации продольных сил в поезде, вызванных неравномерным действием тормозов вагонов.

Для того чтобы не допустить нерасчетливого торможения, машинист мысленно просчитывает длину тормозного пути, учитывая уровень скорости движения, и расстояние до сигнального знака "Остановка первого вагона". Пневматические тормоза на электропоездах применяют только в случаях неисправности электропневматических.

Электропневматические автотормоза позволяют осуществлять ступенчатое торможение и ступенчатый отпуск. Торможение осуществ-

ляют различными методами, но при этом всегда стремятся затратить минимальное время, сообразуясь с конкретными местными условиями: профиль пути, состояние рельсов, погодные условия, населенность состава. Ступенчатое торможение и ступенчатый отпуск (рис. 43, а) применяют при неблагоприятных условиях (кривая на спуске, повышенная влажность), так как эти процессы растянуты по времени, и при дальнейшем ведении поезда, чтобы не выйти из графика, необходимо увеличивать скорость, что нежелательно.

Многие локомотивные бригады в начале торможения на большой скорости делают большую ступень торможения, а с уменьшением скорости производят ступенчатый отпуск, подтягивая состав к месту остановки. Такой метод более эффективен, но все же незначительно уменьшает затраты времени (рис. 43, б).

Наиболее опытные машинисты используют одноступенчатое торможение (рис. 43, в). При этом расход времени минимален, однако доступно это лишь небольшой части машинистов, так как увеличивается склонность к юзу и необходимо точно рассчитывать тормозной путь.

Наиболее часто локомотивные бригады производят небольшую ступень торможения, затем полное торможение и отпуск (рис. 43, г). Такой метод достаточно эффективен, способствует экономии времени. Первую ступень торможения делают до повышения давления в тормозных цилиндрах $0,6-0,8$ кгс/см². Тормозные колодки при таком давлении очищают колесные пары, уменьшают вероятность возникновения юза, улучшают сцепление колеса с рельсом. При уменьшении скорости производят ступень отпуска таким образом, чтобы давление в тормозных цилиндрах было около 2 кгс/см², а в момент остановки



Рис. 43. Режим торможения поезда при электропневматических тормозах:

а — ступенчатое торможение и ступенчатый отпуск; б — интенсивное торможение и ступенчатый отпуск; в — одноступенчатое торможение; г — с начальным подтормаживанием и ступенью отпуска

выполняют отпуск до давления в тормозных цилиндрах 0,8–1,0 кгс/см² с последующей фиксацией.

Управление электрическими тормозами. Последние электропоезда серий ЭР2Р, ЭР2Т оборудованы системой электрического торможения. Управляют электрическим торможением с помощью контроллера машиниста, который имеет пять тормозных положений. На электропоездах с электрическим торможением при подготовке в рейс на пульте управления включают кнопки торможения, которые на протяжении всей поездки находятся во включенном положении. Перед остановочным пунктом на расстоянии тормозного пути при максимальной скорости устанавливают главную рукоятку в положение 3Т для сбора схемы в тормозном режиме. Автоматически под контролем системы САУТ собираются цепи реостатного торможения с независимым возбуждением; появляется тормозной эффект.

По мере возрастания тока возбуждения возрастает ЭДС тяговых двигателей, работающих в генераторном режиме. Когда ЭДС двигателей становится больше напряжения контактной сети, цепи переключают в режим рекуперативного торможения при независимом возбуждении. О переходе в режим рекуперативного торможения машинист судит по возрастанию напряжения на вольтметре. С уменьшением скорости ЭДС двигателей снижается и собирается схема, соответствующая реостатному торможению с независимым возбуждением; при достижении током уставки возбuditеля (250 А) происходит переключение в режим реостатного торможения с самовозбуждением, причем тормозное усилие не снижается.

На скорости 5–7 км/ч электрическое торможение становится неэффективным и автоматически прекращается, включаются механические тормоза и производится дотормаживание состава. Если возможна остановка поезда раньше установленного места, при скорости 30–40 км/ч переводят рукоятку контроллера машиниста в положение 2Т или 1Т, снижая ток уставки САУТ, тем самым осуществляют прицельное торможение. При недостаточном тормозном усилии в конце торможения используют кнопку "Аварийный ЭПТ", расположенную на пульте управления, а в момент остановки для ликвидации реакции по поезду кратковременно нажимают кнопку "Отпуск". Фиксацию окончательной ступени торможения производят, устанавливая рукоятку контроллера машиниста в одно из тормозных положений.

Если интенсивность электрического торможения недостаточна для остановки электропоезда в заданном месте, главную рукоятку контроллера машиниста кратковременно устанавливают в положение 4Т и затем переводят в положение 3Т, включая электропневматические тормоза прицепных вагонов и тем самым усиливая торможение. Давление в тормозных цилиндрах прицепных вагонов будет зависеть от времени нахождения главной рукоятки контроллера машиниста в положении 4Т. В результате происходит совмещение электрического и механического торможений. Некоторые машинисты для увеличения

тормозного усилия при торможении или дотормаживании ставят главную рукоятку контроллера машиниста в положение 5Т.

В этом положении включаются электропневматические тормоза по всему составу, и если давление в тормозных цилиндрах превысит то, на которое отрегулирована система торможения, произойдет отключение рекуперативного торможения и переключение на реостатное с уменьшением тормозного тока до нуля. Интенсивность механического торможения определяет время нахождения главной рукоятки в положении 5Т. Чтобы ограничить тормозную силу, рукоятку переводят в одно из трех первых положений.

Для получения наибольшей интенсивности торможения используют совмещение механического и электрического торможений. Прежде чем применить электрическое торможение, производят электропневматическое с помощью крана машиниста. В тормозных цилиндрах всего поезда создают давление, не превышающее уставки системы торможения $2,5 \text{ кгс/см}^2$, и ручку крана машиниста устанавливают в положение перекрыши. Затем главную рукоятку контроллера машиниста устанавливают в положение 3Т, при этом начинается электрическое торможение. Как только электрические тормоза пришли в действие и тормозная сила начнет интенсивно нарастать, ручку крана машиниста устанавливают в поездное положение и питание вентилей отпуска происходит через контроллер машиниста. После снижения скорости до $10\text{--}15 \text{ км/ч}$ производят частичный отпуск электропневматических тормозов, нажав кнопку "Отпуск". При снижении скорости до $5\text{--}7 \text{ км/ч}$ электрическое торможение становится неэффективным, начинается дотормаживание, при котором создается давление в тормозных цилиндрах $0,8\text{--}1,0 \text{ кгс/см}^2$. Если учесть наличие давления в тормозных цилиндрах, то происходит его увеличение, что может вызвать заклинивание колесной пары, юз и нежелательные продольные силы в поезде. Поэтому машинисты перед остановкой производят частичный отпуск кнопкой "Отпуск".

Если после применения электрического торможения на одном из моторных вагонов не соберется его схема (по неисправности включена кнопка В8), то произойдет замещение электрического торможения, в тормозных цилиндрах моторного и прицепного (головного) вагонов секции будет создано давление $1,8\text{--}2,0 \text{ кгс/см}^2$, что вызовет нежелательные реакции в составе.

При дотормаживании давление в тормозных цилиндрах на тех вагонах, где сработал замещающий тормоз, не увеличится, однако разность давлений при дотормаживании и замещении все же велика, и на вагонах, у которых сработал замещающий тормоз, возникает опасность заклинивания колесных пар и юза на малых скоростях. Поэтому при скорости $30\text{--}40 \text{ км/ч}$, нажав кнопку "Отпуск", с пульта управления производят частичный отпуск электропневматических тормозов данной секции.

Сработал ли замещающий тормоз, определяют по загоранию сиг-

нальной лампы торможения на пульте управления через 3–4 с после начала электрического торможения.

На скоростях ниже 50–55 км/ч происходит переключение из режима рекуперативного торможения в режим реостатного, и для усиления или уменьшения тормозной силы изменяют ток уставки блока регулирования скорости переключателем, установленным на пульте управления. Рекуперативное торможение эффективно при напряжении в контактной сети 3000–3500 В; в условиях интенсивного движения при параллельном соединении контактных проводов главных путей вся рекуперлируемая энергия используется другими поездами, что способствует увеличению провозной способности.

При рекуперативном торможении для снижения скорости на спуске машинисты стремятся обеспечить наибольший возврат электроэнергии, для чего переводят главную рукоятку в положение 3Т, выходят на режим рекуперации, а затем, установив ее в положение 2Т, снижают тормозное усилие и тем самым растягивают процесс рекуперации, способствуя уменьшению расхода электроэнергии и склонности электропоезда к юзу.

В режиме рекуперации для уменьшения склонности к юзу меняют уставку тормозного тока переключателем В400.

Использование системы автоматического управления тормозами (САУТ). Правильное использование режимов ведения поезда, четкое управление тормозами способствуют улучшению организации движения поездов и создают условия к получению максимальной экономии электроэнергии.

На наиболее загруженных линиях использование пропускной способности достигло предельного, улучшить положение позволяет применение автоматических систем управления движением поездов. Однако системы не обеспечивают движения поездов различных категорий с максимальными по условиям безопасности скоростями и минимальными интервалами следования. При сближении поездов машинист исходя из условий безопасности движения должен переходить на ручное управление и снижать скорость заблаговременно, чтобы исключить аварийные ситуации. Такие вынужденные действия вызывают задержки движения, которые, увеличиваясь, распространяются на все поезда, находящиеся на участке, что снижает пропускную способность.

Увеличение пропускной способности неотделимо от автоматизации процессов торможения.

Система автоматического управления тормозами (САУТ) обладает универсальностью, т. е. ее возможно применять на электропоездах, электровозах, тепловозах грузовых и пассажирских на участках, оборудованных автоматической и полуавтоматической блокировкой. Эта система позволяет использовать все виды тормозов, имеющих на подвижном составе, производить регулирование скорости от максимальной до нулевой, обеспечивает остановку поезда перед запрещаю-

щим сигналом, исключает превышение допустимой скорости, улучшает условия труда локомотивных бригад.

Перед отправлением машинист устанавливает переключатель в положение САУТ, контролируя включение системы, по загоранию лампы "Питание САУТ" на пульте управления. После включения электропневматического клапана ЭПК-150 в зависимости от показания локомотивного сигнала вступит в работу система САУТ.

При ведении поезда машинист по приборам САУТ контролирует маршрут следования поезда. В момент проследования предвходного сигнала на пульте управления САУТ загорается сигнальная лампа "Главный путь" в случаях приема поезда на главный путь и "Боковой путь" при приеме его на боковой путь. При выезде со станции на перегон в момент проследования первого проходного сигнала на пульте загорается сигнальная лампа "Перегон".

При движении по участку, оборудованному полуавтоблокировкой, горит лампа "Полуавтоблокировка", которая включается в момент проследования выходных светофоров станции и отключается в момент проследования входного сигнала. При отказе системы САУТ происходит автоматическое экстренное торможение поезда в результате срабатывания ЭПК-150. В этом случае машинист отключает систему и ведет поезд обычным порядком.

§ 36. ПЕРЕДОВЫЕ МЕТОДЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ

Состав бригады. В начальный период эксплуатации электропоездов в состав бригады входили проводники. На электропоездах более ранних выпусков на каждый вагон назначалось по одному проводнику. Девятивагонный состав электропоезда обслуживали машинист, его помощник и девять проводников, включая главного кондуктора. После оборудования вагонов электропоезда внутривагонной радиосетью число проводников было сокращено до трех человек, а с вводом в эксплуатацию электропоездов серии ЭР1, которые оборудованы автоматическими дверями, — до одного главного кондуктора. Бригада в этом составе достаточно надежно обеспечивала работу по обслуживанию электропоездов. Однако укомплектование даже такой бригады постоянно вызывало затруднения. Из-за нехватки проводников в качестве их приходилось использовать в отдельных случаях машинистов и помощников машинистов. Это затрудняло работу локомотивных бригад.

В 1985 г. на Московской дороге с учетом положительного опыта работы без проводников на Октябрьской дороге было принято решение об обслуживании электропоездов машинистом и его помощником.

Модернизация электропоездов. Переход на такое обслуживание электропоездов (без проводника хвостового вагона — главного кондуктора) предъявляет высокие требования к техническому оснащению

электропоездов и повышенной ответственности локомотивных бригад. Особенно надежно должны работать АЛСН, приборы безопасности, поездная радиосвязь, скоростемеры, необходимо наличие зеркал обратного вида как со стороны машиниста, так и его помощника, четко должна действовать звонковая сигнализация, межкабинная связь (через аппаратуру типа ТОН), сигнализация закрытия входных дверей, световая сигнализация контроля посадки и высадки пассажиров.

Электропоезда были оснащены магнитофонами, на ленты которых записан текст объявлений и перечень остановочных пунктов. Информация с магнитофонных лент транслируется по поезду. Особое место при обслуживании занимает контроль за высадкой и посадкой пассажиров. В этом отношении локомотивные бригады должны строго соблюдать инструкции, а также следить за исправной работой автоматических дверей. При подготовке составов, для обслуживания в два лица, вагоны, не имеющие блокировок контроля закрытого состояния автоматических дверей, модернизировали и только после этого включали в сцеп.

Контроль закрытого положения дверей во многом зависит от правильной работы их створок и блокировок, которые при выполнении всех видов обслуживания и ремонта проверяют и регулируют. Створки регулируют так, чтобы при закрытии дверей вручную уплотнители их створок плотно прилегали друг к другу в нижней части, а в верхней части оставался зазор (просвет) 6–10 мм. При пневматическом закрытии дверные створки плотно прилегают друг к другу. Увеличение длины состава до 240 м не позволяет путем визуального контроля определить, закрыты ли все дверные створки. При неправильной работе сигнализации закрытого состояния возможно отправление поезда с не полностью закрытыми створками, что создает опасность травмирования пассажиров. Чтобы этого не происходило, в депо регулируют срабатывание этой сигнализации. Для проверки размещают деревянный брусок, имеющий площадь сечения 55х55 мм, длину 220–250 мм, на уровне пола тамбура между резиновыми уплотнителями и закрывают двери пневмоприводом. При этом выключатели сигнализации не должны срабатывать и на пульте машиниста не должна загораться лампа "Двери закрыты". Если выключатели сработают и лампа загорится, регулируют блокировочные выключатели и повторно проверяют срабатывание сигнализации закрытого положения наружных дверей.

При сложных местных условиях или большом пассажиропотоке, когда затруднен контроль за высадкой-посадкой пассажиров, помощник по указанию машиниста переходит в хвостовую кабину управления и оттуда контролирует ведение поезда и высадку-посадку пассажиров, а машинист пользуется зеркалом обратного вида.

В условиях перепада температуры окружающей среды зеркала могут запотевать, возможно также их обледенение. Для предотвращения этого применяют различные антиобледенители и обогрев зеркал. Наиболее эффективен обогрев, так как он полностью исключает отвлече-

чение локомотивной бригады на приведение зеркал в надлежащее состояние.

Особенности управления электропоездом. Приемку и ведение электропоезда осуществляют в порядке, установленном местной инструкцией. Местная инструкция предусматривает нахождение помощника машиниста в головной кабине управления, а на станциях и остановочных пунктах, где осуществляется массовая посадка-посадка пассажиров, или на остановочных пунктах, расположенных на участках с малым радиусом кривизны, дополнительно назначаются дежурные по посадке.

Отправление электропоезда со станции или остановочного пункта при нахождении помощника машиниста в головной кабине производят по разрешающему показанию стоящего впереди сигнала и по команде помощника машиниста. Помощник машиниста, убедившись в наличии разрешающего сигнала, окончании высадки и посадки пассажиров, производит закрытие автоматических дверей. Визуально убедившись в том, что они закрылись, никто ими не зажат, отсутствуют препятствия для отправления поезда и имеется разрешающее показание сигнала, помощник машиниста четко объявляет показание сигнала машинисту. Это является основанием для отправления поезда. В свою очередь, машинист контролирует закрытие автоматических дверей по сигнальной лампе "Двери закрыты" на пульте управления, убеждается в разрешающем показании стоящего впереди сигнала и приводит поезд в движение.

После отправления помощник машиниста закрывает двери служебного тамбура, проходит в кабину управления и продолжает наблюдение за проследованием пассажирской платформы через зеркало обратного вида. Машинист также после приведения поезда в движение периодически наблюдает в зеркало обратного вида за составом поезда и проследованием пассажирской платформы. Порядок открытия дверей и действие помощника машиниста после остановки на посадочной платформе в случае запрещающего показания впереди стоящего сигнала отражают в местной инструкции. Например, на Московской дороге в этом случае запрещается помощнику машиниста выходить из кабины управления, а открытие дверей производит машинист с пульта управления.

На участках, где предусмотрено нахождение помощника машиниста в хвостовой кабине, по распоряжению машиниста он проходит по составу и в исключительных случаях, когда вследствие большой заполненности поезда это невозможно, машинист останавливает электропоезд у начала платформы и высаживает помощника машиниста. Затем машинист проводит электропоезд вдоль платформы и останавливает его у сигнального знака "Остановка первого вагона". Открывает автоматические двери в этом случае машинист с пульта управления.

Помощник машиниста отпирает хвостовую кабину управления и по межкабинной связи докладывает машинисту о своем местонахожде-

нии. При неисправности межкабинной связи переговоры машинист и помощник ведут по радиосвязи, причем обмен информацией ведется без вызова, для чего микротелефонные трубки в обеих кабинах управления находятся на дежурном приеме. Перед отправлением помощник машиниста выходит в служебный тамбур и наблюдает за высадкой и посадкой пассажиров через открытую дверь, а машинист из головной кабины управления — через зеркало обратного вида.

После окончания высадки-посадки при разрешающем показании стоящего впереди сигнала помощник машиниста подает один короткий звонковый сигнал. Машинист, получив этот сигнал и убедившись в наличии разрешающего показания впереди стоящего светофора, а по зеркалу обратного вида — в окончании посадки пассажиров, закрывает автоматические двери. После загорания лампы на пульте управления "Двери закрыты" и визуального контроля с помощью зеркала обратного вида машинист убеждается в наличии разрешающего сигнала и по межкабинной связи сообщает об этом помощнику машиниста в хвостовую кабину управления. Помощник машиниста подтверждает полученную информацию одним коротким звонковым сигналом, после чего машинист приводит поезд в движение. Помощник машиниста, стоя в служебном тамбуре, убеждается в благополучном отправлении поезда, закрывает двери служебного тамбура, проходит в кабину управления и по межкабинной связи повторяет принятую информацию.

Помощник машиниста наблюдает за составом в пути следования через зеркало обратного вида, о чем докладывает машинисту по межкабинной связи, а машинист информирует помощника об изменении сигналов, маршрута следования по станциям, о следовании поезда по некодированным путям станций. Помощник повторяет принятую информацию. При любой остановке электропоезда, не предусмотренной расписанием, машинист информирует об этом помощника по межкабинной связи, называет причины остановки, говорит о порядке дальнейшего следования. Если помощник не получил такую информацию от машиниста, то он обязан не допустить движения электропоезда, для чего открывает стоп-кран.

Отлучиться из кабины управления для проверки работы механического, электрического оборудования и противопожарного состояния вагонов, устранения неисправности и других работ в составе поезда помощник машиниста может только с разрешения машиниста.

Для контроля за посадкой и высадкой пассажиров на остановочных пунктах, расположенных на кривых, локомотивные бригады выходят на платформу, а если радиус кривой мал и просмотр состава затруднен, устанавливают специальные мостики; улучшающие обзор. После остановки поезда на такой платформе машинист открывает двери кнопкой с пульта управления, затормаживает состав, вставляет ключ, устанавливает реверсивный барабан в нулевое положение, снимает реверсивную рукоятку и проходит в служебный тамбур, где устанавливает кнопку управления дверями в положение "Открыто" и с пульта подает питание в цепи управления дверями из служебного

тамбура. Затем машинист выходит на платформу или на мостик и осуществляет контроль за высадкой-посадкой пассажиров. Помощник машиниста после остановки поезда и открытия автоматических дверей также выходит на платформу или мостик и контролирует высадку-посадку пассажиров.

После окончания высадки-посадки помощник машиниста проходит в служебный тамбур и дает один короткий звонковый сигнал на закрытие дверей. Машинист, получив этот сигнал и убедившись в окончании высадки-посадки пассажиров, производит закрытие дверей из служебного тамбура, выходит к краю платформы или выносного мостика и убеждается, что все двери закрылись. Помощник машиниста также выходит на выносной мостик или к краю платформы и убеждается в закрытии дверей. После этого помощник возвращается в служебный тамбур и подает один короткий звонковый сигнал, а машинист проходит в кабину управления, переводит на пульте кнопку управления дверями в положение "Закрыто", а питание цепей управления дверями из служебного тамбура выключает. Затем он вставляет реверсивную рукоятку в реверсивный барабан, устанавливает ее в положение "Вперед", включает ЭПК-150 и по межкабинной связи объявляет помощнику машиниста показание стоящего впереди светофора. Помощник машиниста подтверждает информацию одним коротким звонковым сигналом, и машинист, получив его, приводит поезд в движение. Помощник машиниста из тамбура убеждается в благополучном отправлении, машинист осуществляет контроль за составом через зеркало обратного вида. Затем помощник закрывает дверь служебного тамбура, проходит в хвостовую кабину управления и повторяет принятую информацию по межкабинной связи.

Для лучшего контроля за подачей звонковых сигналов в отдельных депо параллельно звонку подключают освещение тамбура. Это улучшает условия обслуживания пассажиров, особенно в темное время суток.

Чтобы обеспечить максимальное нахождение помощника машиниста в головной кабине управления, в депо Лобня произвели следующую модернизацию электропоездов. В середине состава на прицепном вагоне в шкаф установили тумблеры, разрывающие цепь питания вентилей закрытия дверей. При подъезде к остановочному пункту, расположенному на кривой, и наличии разрешающего сигнала помощник по указанию машиниста заранее проходит по составу в тамбур, в котором установлен тумблер, открывает шкаф и тумблером разрывает цепь питания вентилей на закрытие дверей данного тамбура. После остановки поезда и открытия автоматических дверей он выходит на платформу или выносной мостик на такое расстояние, чтобы была обеспечена видимость всех вагонов, а по завершении высадки-посадки пассажиров подает сигнал машинисту на закрытие дверей: днем подняв вверх руку, ночью — фонарь. Машинист, увидев сигнал в зеркало обратного вида, производит закрытие автоматических дверей, для чего устанавливает кнопку „Автодвери закрыты” в соответствующее

положение. Помощник машиниста, убедившись, что двери закрылись и нет препятствий к дальнейшему следованию поезда, проходит в открытый тамбур и включает тумблер. После закрытия автодверей в этом тамбуре помощник машиниста подает короткий звонковый сигнал, кратковременно нажав дополнительную кнопку. Машинист контролирует закрытие автодверей по загоранию сигнальной лампы на пульте управления, и получив короткий звонковый сигнал, приводит поезд в движение. После отправления поезда помощник машиниста закрывает шкаф и по вагонам возвращается в кабину управления.

В тех случаях, когда при отправлении помощник машиниста обязательно должен находиться в головной кабине управления (неисправна АЛСН, ограничения скорости), он по указанию машиниста проходит по составу в тот вагон, из которого после выхода на платформу или выносной мостик обеспечивается видимость всего состава. Когда поезд остановился, помощник машиниста выходит на платформу и осуществляет контроль за посадкой и высадкой пассажиров и после ее окончания подает сигнал машинисту на закрытие дверей. Машинист через зеркало обратного вида или из служебного тамбура следит за действиями помощника и, получив от него сигнал, производит закрытие автоматических дверей с пульта управления или из служебного тамбура. Помощник машиниста, убедившись, что нет препятствий к дальнейшему следованию, возвращается по платформе в головную кабину, убеждается в наличии разрешающего сигнала (если не работает АЛСН) и четко повторяет его машинисту, который приводит поезд в движение.

Вожделение сдвоенных электропоездов. На участках, где интенсивность пригородного пассажирского потока велика, а пропускная способность не позволяет назначать дополнительные поезда, возможно пропускать два электропоезда, соединенных в один состав, по действующему графику движения. Это в достаточной мере решает вопрос вывоза пассажиров, а также улучшает условия проезда.

В головных вагонах сдвоенных электропоездов устанавливают дополнительное оборудование. Питание необходимых электрических цепей осуществляется через межпоездное соединение, а их подпитка — с помощью промежуточных реле. Управление электропоездом ведется из головной кабины первого состава.

Соединяют и разъединяют электропоезда на специально выделенных для этого путях, указанных в технико-распорядительном акте (ТРА) станции и местной инструкции. Управляют сдвоенными электропоездами локомотивные бригады, имеющие практические навыки их вождения, причем машинисты должны иметь квалификацию не ниже третьего класса.

Ведение и обслуживание сдвоенного электропоезда осуществляют две бригады: первая находится в головной кабине управления сдвоенного поезда и обеспечивает его ведение, вторая размещается на втором

электропоезде, причем машинист в головной кабине, а помощник в хвостовой.

Члены локомотивных бригад общаются с помощью межкабинной связи. Поездные радиостанции как на первом, так и на втором электропоезде включены и находятся на дежурном приеме. Для более надежной связи возможно использовать носимые радиостанции: по одной на электропоезд.

Порядок соединения электропоездов отражают в местной инструкции. Машинисты при соединении должны обеспечить не только безопасность движения, но и убедиться в правильном сцеплении электропоездов, соединении междвагонных розеток, тормозных рукавов, открытии концевых кранов. Правильность сцепления проверяют по сигнальным отросткам автосцепок, кроме того, после сцепления машинист второго электропоезда кратковременным движением своего поезда назад проверяет, произошло ли сцепление.

У составов соединяют только тормозные магистрали, напорные магистрали каждого электропоезда питаются от своих компрессоров. Питание тормозной магистрали второго электропоезда будет осуществляться от тормозной магистрали первого, в результате чего увеличивается нагрузка на компрессоры первого электропоезда. Поэтому работа компрессоров первого электропоезда должна соответствовать всем техническим нормам. После соединения электропоездов разобщительные краны и краны двойной тяги в хвостовой кабине первого электропоезда, в головной и хвостовой кабинах второго электропоезда перекрывают, ручку крана машиниста № 395 устанавливают в положение VI (крана № 3349 – в положение I).

Тормозные переключатели в головной кабине первого электропоезда устанавливают в положение I, в хвостовой – в положение II, на втором электропоезде в головной кабине – в положение II, в хвостовой – в положение III.

Приведение сдвоенного поезда в работоспособное состояние осуществляют по согласованию машинистов первого и второго электропоездов.

После подъема токоприемников на обоих электропоездах включают кнопки "Выключатель управления". Восстановление быстрого действия выключателя БВ, управление дверями, отоплением, освещением производят отдельно на каждом электропоезде, о чем информируют машиниста первого электропоезда по межкабинной связи.

После зарядки тормозной сети до установленного давления производят сокращенное опробование автотормозов, ориентируясь на действие тормоза хвостового вагона. При этом машинисты находятся в головных кабинах, а помощники машиниста – в хвостовых. Сначала проверяют работу электропневматических, а затем – пневматических автотормозов. После создания в тормозном цилиндре головного вагона давления 1,2–1,5 кгс/см² кран машиниста устанавливают в положение

III, и каждый член локомотивной бригады, принимающий участие в опробовании автотормозов, докладывает машинисту, находящемуся в головной кабине первого электропоезда, о фактическом давлении в тормозных цилиндрах. Это давление определяют по манометрам, установленным в кабинах управления. Первым докладывает помощник машиниста, находящийся в хвостовой кабине первого электропоезда, вторым — машинист, находящийся в головной кабине второго электропоезда, третьим — помощник машиниста из хвостовой кабины второго электропоезда.

Отпуск автотормозов осуществляют переводом ручки крана машиниста кратковременно в положение I, а затем в поездное. Убедившись в отпуске электропневматических тормозов, по очереди докладывают об этом машинисту, находящемуся в головной кабине первого электропоезда. Отпуску электропневматических тормозов соответствует погасание сигнальной лампы торможения.

После зарядки тормозной магистрали производят проверку автоматических тормозов, снижая давление в тормозной магистрали на $0,5-0,6 \text{ кгс/см}^2$, после чего ручку крана машиниста устанавливают в положение III и проверяют давление в тормозных цилиндрах по манометру, установленному в кабинах управления. Разность давлений допускается не более $0,5 \text{ кгс/см}^2$. Отпуск тормозов осуществляют, переводя ручку крана машиниста в положение I, а затем в II.

Второй машинист и оба помощника убеждаются по манометрам в отпуске тормозов, о чем поочередно докладывают машинисту первого электропоезда. Погасание сигнальной лампы торможения в головной кабине первого электропоезда соответствует отпуску автотормозов.

В случае неудовлетворительной работы электропневматических или автотормозов выявляют причину этого, устраняют ее и повторно производят сокращенное опробование тормозов.

На двояных электропоездах сокращенное опробование автотормозов производят во всех случаях, предусмотренных инструкцией по эксплуатации тормозов ЦТ-ЦВ-ВНИИЖТ 4440. Полное опробование их на двояном электропоезде производят отдельно на каждом электропоезде, для чего тормозную магистраль между поездами перекрывают.

Двояные электропоезда применяют при интенсивном пассажиропотоке в часы пик. При снижении пассажиропотока двояные электропоезда разъединяют и эксплуатируют отдельными составами в соответствии с графиком движения.

Порядок ведения поезда устанавливается графиком движения поездов. Как правило, двояный электропоезд пропускают по зонам или один из двух соединенных поездов является зонным, т. е. посадка и высадка пассажиров из него производятся на крупных станциях. В зависимости от наличия удлиненных пассажирских платформ возможна различная технология высадки-посадки пассажиров. В случаях остановки второго электропоезда у платформы, не рассчитанной на

сдвоенный поезд, устанавливают указатель места остановки первого поезда.

При ведении сдвоенного поезда используют те же приемы, что и для электропоездов нормальной длины, за исключением некоторых особенностей.

При разгоне сдвоенного электропоезда устанавливают главную рукоятку контроллера машиниста на одну из низших ходовых позиций, так как использование высших позиций может привести к снятию напряжения из-за большой потребляемой мощности. Разгон сдвоенного электропоезда производят, установив рукоятку контроллера в положение I или II, до скорости 35—40 км/ч, затем устанавливают эту рукоятку в положение III или IV исходя из условий участка.

Локомотивная бригада второго поезда осуществляет контроль за работой оборудования своего электропоезда, а также наблюдение за составом; о результатах периодически докладывают машинисту первого электропоезда.

Управляют тормозами из головной кабины управления первого электропоезда, при этом учитывают заполнение поезда пассажирами и увеличение тормозного пути. Торможение осуществляют заблаговременно, для избежания заклинивания колесных пар и юза в момент остановки производят отпуск с последующей фиксацией ступени торможения для удержания сдвоенного поезда.

Разъединяют сдвоенный электропоезд после окончания высадки всех пассажиров или высадки из одного электропоезда и окончания высадки-посадки во второй электропоезд. Закрывают двери. Помощник машиниста первого электропоезда проходит к головной кабине второго электропоезда. Машинист первого электропоезда, получив сообщение о том, что помощник машиниста находится в этой кабине, затормаживает состав пневматическими тормозами и подает команду на разъединение автосцепок, тормозных рукавов и снятие междвагонного соединения.

Выполняет эти работы помощник машиниста первого электропоезда, после чего он заходит в заднюю кабину этого поезда, переводит тормозной переключатель в 3-е положение, включает сигнальные огни и докладывает своему машинисту по межкабинной связи или поездной радиосвязи о выполнении данной работы. Машинист первого электропоезда производит отпуск тормозов и продвигает электропоезд на 2—3 м вперед. Затем вместе с помощником выполняет сокращенное опробование тормозов и после возвращения помощника в головную кабину действует в соответствии с расписанием движения своего поезда.

Машинист второго электропоезда готовит состав к эксплуатации обычным порядком.

Глава 7. УПРАВЛЕНИЕ ЛОКОМОТИВОМ НА ВНЕПОЕЗДНОЙ РАБОТЕ

§ 37. УПРАВЛЕНИЕ ЛОКОМОТИВОМ НА МАНЕВРАХ

Тепловозы, предназначенные для маневровой работы на станциях, должны быть исправными, иметь исправные устройства радиосвязи и источники питания. Тепловозы, обслуживаемые одним машинистом, кроме того, должны быть оборудованы вспомогательными пультами управления и краном вспомогательного тормоза, зеркалами левостороннего обзора, сигнализацией места (стороны) расположения машиниста и устройством отцепки локомотива из кабины.

Приемка тепловоза. Приемка осуществляется в депо и непосредственно на станционных путях при смене локомотивных бригад. Принимая тепловоз в депо, машинист знакомится с записями в журнале технического состояния локомотива; проверяет, устранены ли отмеченные в книге ремонта неисправности (если тепловоз находился на плановом или межпоездном ремонте); убеждается в исправности механического, электрического и пневматического оборудования, радиосвязи, АЛСН и автостопа; по описи проверяет наличие и исправность инструмента и инвентаря, защитных средств, средств пожаротушения, сигнальных принадлежностей и тормозных башмаков.

Перед пуском дизеля машинист (применительно к широко распространенному тепловозу серии ЧМЭЗ) выполняет следующее: проверяет состояние коллекторных узлов возбuditеля, вспомогательного и тягового генератора, состояние и натяжение ремней привода двухмашинного агрегата, уровень смазки в подшипнике турбокомпрессора со стороны газовой турбины, уровень масла в картере дизеля, наличие пломб на термореле и реле давления масла, состояние полужесткой муфты вала отбора мощности дизеля, поворачивает рукоятки фильтров грубой очистки масла на 2—3 оборота по часовой стрелке, проверяет уровень масла в картере компрессора, наличие пломб на предохранительных клапанах, состояние и натяжение ремней привода вентилятора охлаждения тяговых двигателей передней тележки, поворачивает рукоятку фильтра грубой очистки топлива на 3—4 оборота по часовой стрелке, проверяет легкость перемещения и отсутствие заедания реек секций топливных насосов высокого давления, наличие пломбы на реле давления воздуха, уровень смазки в подшипнике

турбокомпрессора со стороны воздухозаборника, состояние и натяжение ремней привода вентилятора охлаждения тяговых двигателей задней тележки. По ходу осмотра машинист убеждается в том, что вентили водяной, масляной, топливной систем и кранов воздушной находятся в рабочем положении, проверяет работу ручного топливно-подкачивающего насоса и подкачивает топливо в топливный коллектор насосов высокого давления, остукиванием молотка проверяет крепление дизеля к раме тепловоза, двухмашинного агрегата, компрессора, гидромеханического редуктора и вентиляторов охлаждения тяговых двигателей. Легким остукиванием рукояткой молотка стенок бункеров по звуку определяет запас песка в них.

Технология проверки состояния узлов тепловозов других серий аналогична, отличается лишь последовательностью осмотра и наличием узлов иной конструкции (например, для тепловозов ТЭМ — регулятор частоты вращения коленчатого вала, фрикционная муфта и т. п.).

При наличии сжатого воздуха в главных резервуарах и резервуаре управления давлением не ниже 5 кгс/см^2 машинист включает рубильник аккумуляторной батареи, автоматические выключатели "Управление", "Масляный насос", "Прожектор", "Освещение буферных фонарей", "Освещение тепловоза", ставит рукоятку переключателя управления в положение "Один тепловоз", отключатели тяговых двигателей в положение "Включено", реверсивную рукоятку контроллера машиниста в положение "Вперед", затем поворотом ключа включает автостоп и нажимает рукой кнопки блокировки открытой двери аппаратной камеры. После этого машинист, переводя главную рукоятку контроллера по позициям, проверяет включение аппаратов, последовательность срабатывания которых должна соответствовать таблице включений.

Проверив работу аппаратов на передний ход и сбросив позиции контроллера, машинист переводит реверсивную рукоятку в положение "Назад" и снова производит проверку их срабатывания.

Убедившись в нормальной работе аппаратов, машинист проверяет исправность приборов освещения тепловоза и прожекторов, включая соответствующие выключатели на пульте управления. Если тепловоз оборудован вспомогательным пультом, машинист, включая соответствующие кнопки и тумблеры, проверяет его работу, убеждается в наличии зеркал левого обзора, правильности их положения.

При недостаточном давлении сжатого воздуха или его отсутствии машинист после осмотра дизель-генераторной установки, убедившись в наличии топлива в топливном баке и отсутствии препятствий, производит запуск дизеля. Температура охлаждающей воды должна быть не ниже 20°C . После запуска дизеля наблюдают по вольтметру за напряжением вспомогательного генератора, а по амперметру за током заряда аккумуляторной батареи.

Пока происходит наполнение главных резервуаров сжатым воздухом и заряд аккумуляторной батареи, машинист осматривает работающую дизель-генераторную установку, убеждается в отсутствии стуков и посторонних шумов в дизеле, турбокомпрессоре, электриче-

ских машинах, компрессоре, отсутствии течи воды, масла, топлива, утечек сжатого воздуха, проверяет состояние секций холодильника и работу привода открытия жалюзи, работу главного вентилятора и вентиляторов охлаждения тяговых двигателей. В зимнее время проверяет также работу топливонагревателя.

При повышении давления сжатого воздуха машинист выпускает конденсат из главных резервуаров, влагосборников и маслоприемников, полностью открыв концевые краны, продувает тормозную и питательные магистрали. Вернувшись в кабину, он устанавливает реверсивную рукоятку контроллера в положение "Холостой ход" и, набирая позиции главной рукояткой контроллера, проверяет работу дистанционного управления регулятором частоты вращения коленчатого вала дизеля. После сброса позиций контроллера машинист проверяет производительность и пределы давлений срабатывания компрессора, пломбы и даты проверки манометров, работу тифона и свистка малой громкости, работу радиостанции, устройств АЛСН и автостопа, согласно инструкции ЦТ-ТВ-ВНИИЖТ 4440 производит проверку кранов машиниста № 394 и 254.

Ввиду того что экипажная часть тепловоза, воспринимая динамические нагрузки, работает в тяжелых условиях и от исправности ее узлов и деталей зависит безопасность движения поездов, при приеме тепловоза ей необходимо уделять особое внимание.

Перед началом осмотра экипажной части машинист производит полное торможение краном вспомогательного тормоза с повышением давления в тормозных цилиндрах до 3,8–4,0 кгс/см² и подает песок под колесные пары при положениях реверсивной рукоятки контроллера "Вперед" и "Назад". При осмотре экипажной части обращают внимание на состояние центров и бандажей колесных пар, автосцепки и фрикционного аппарата, убеждаются в отсутствии трещин. Проверяют крепление путеочистителя, состояние рессорного подвешивания, буксового узла, уровень смазки в буксах (для тепловозов серии ТЭМ), уровень смазки в моторно-осевых подшипниках, крепление их шалок. Убеждаются в отсутствии течи и надежном креплении кожухов зубчатой передачи тяговых двигателей, проверяют состояние коллекторных узлов и крепление люков тяговых электродвигателей, болтовых креплений тележек и стяжных ящиков, наличие и исправность шплинтов и предохранительных устройств тормозной рычажной передачи, выходы штоков тормозных цилиндров и правильность регулировки тормозной рычажной передачи, состояние и степень износа тормозных колодок, положение песочных труб и подачу песка под колесные пары, состояние и крепление воздухоподводящих рукавов к тяговым электродвигателям, убеждаются в том, что отсутствует трение силовых кабелей о металлические детали тележки. Остукивание бандажей колесных пар для определения их ослабления производят только при отпущенных тормозах.

В случае недостаточного количества топлива, охлаждающей воды, масла или песка проводится экипировка тепловоза.

При смене локомотивных бригад на станционных путях сдающая бригада подготавливает тепловоз так, чтобы была гарантирована его последующая работа. О всех замеченных ненормальностях работы тепловоза сдающий машинист должен проинформировать принимающую бригаду. Принимающий машинист выполняет все операции, перечисленные выше (при приемке из депо).

Действия локомотивной бригады при маневрах. Маневровая работа – важная часть всего перевозочного процесса. К ней относится формирование и расформирование поездов, подача вагонов под погрузку и выгрузку грузов и т. д. Порядок производства маневровой работы на станциях и обеспечение ее безопасности регламентируются Инструкцией по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Союза ССР и техническо-распорядительными актами станций.

Для четкого и безопасного производства маневровой работы станции оборудованы устройствами электрической централизации стрелок и сигналов, благодаря чему дежурный по станции со своего поста может переводить стрелки и открывать сигналы, а дежурный по горке – переводить стрелки и открывать сигналы в районе горки.

При электрической централизации готовность участка маршрута движения подтверждается открытием маневрового светофора, расположенного перед ним. Машинист может следовать до следующего маневрового светофора или на соответствующий путь станции в зависимости от подготовленного маршрута. В случае необходимости движения в обратном направлении машинист обязан использовать подготовленный маршрут и захватить за светофор встречного направления.

На малодеятельных станциях и подъездных путях предприятий установлены стрелки, перевод которых осуществляется вручную, а на станциях, оборудованных электрической централизацией, могут быть маневровые районы, где управление стрелками производится со специальных пультов (колонок местного управления) оператором или составителем. При ручном управлении стрелками или с колонок местного управления машинисту разрешается выезд на стрелки после приготовления маршрута только по сигналу лица, готовившего маршрут (сигналиста, составителя).

При электрической централизации стрелок и сигналов машинист должен постоянно помнить, что дежурный по станции может приготовить маршрут движения частично (не полностью), начать его приготовление с конца, начала или середины маршрута. Перед приведением тепловоза в движение машинист убеждается в разрешающем показании маневрового светофора, расположенного непосредственно перед тепловозом или маневровым составом. При частично (не полностью) подготовленном маршруте следования дежурный по станции обязан предупредить машиниста о степени его готовности.

Машинист обязан хорошо знать расположение светофоров, их назначение, а также литеры светофоров, расположенных в наиболее часто используемых маршрутах движения. Это позволяет ему быть уверенным в своих действиях после получения команд на движение

при не полностью подготовленных маршрутах следования, после получения команды дежурного по станции, разрешающей проезд маневрового светофора с запрещающим показанием в условиях плохой видимости (наличие кривой, движение вагонами вперед, ночью, в снегопад, когда литеры покрыты снегом и т. п.).

Общее руководство маневровой работой на станции осуществляет маневровый диспетчер, дежурный по станции или дежурный по парку, а на сортировочных горках – дежурный по горке. Движением локомотива при маневрах руководит составитель поездов, а на сортировочных горках – дежурный по горке или составитель. Машинист приводит в движение локомотив только после получения от составителя сигнала или указания, переданного лично, по радиосвязи либо ручным сигнальным прибором. При выезде на стрелки, кроме того, машинист должен убедиться в разрешающем показании маневрового светофора или получить сигнал либо указание о готовности стрелок для маневровых передвижений от лица, готовившего маршрут.

Все подаваемые сигналы и указания, переданные по радиосвязи, машинист подтверждает свистком локомотива или кратким повторением по радиосвязи.

При маневровой работе для передачи сигналов, команд, указаний и другой информации применяется станционная громкоговорящая и маневровая радиосвязь. Маневровая радиосвязь служит для переговоров дежурного по станции или диспетчера с машинистом маневрового тепловоза и составителем, горочная радиосвязь – для переговоров с машинистами горочных тепловозов и составителями. Составитель имеет возможность вести переговоры по переносной радиостанции с дежурными по станции и машинистом тепловоза, работающим в данном районе станции.

Перед началом работы машинист проверяет работоспособность локомотивной радиостанции и слышимость абонентов, с которыми в процессе работы ему придется поддерживать связь, путем их вызова. В случае плохой работы или полного отказа радиостанции необходимо вызвать для ее исправления дежурного радиста, а на тепловозе проверить предохранители в цепи питания радиостанции.

Все переговоры по радиосвязи следует производить четко и кратко, все полученные команды и указания машинист обязан повторить и получить подтверждение о правильности восприятия. Если машинист не уверен в правильности восприятия сигнала, указания или плана работы, он должен остановиться и выяснить обстановку.

Порядок использования радиосвязи при маневровой работе, а также примерный регламент всех передаваемых команд и указаний приводятся в технико-распорядительном акте.

В случае невозможности использования радиосвязи (неисправность одной из радиостанций) при маневровой работе используют ручные сигналы, в случае ограниченной видимости привлекают других работников станции для передачи сигналов.

Машинисту маневрового тепловоза очень часто приходится производить остановки и изменять направление движения, двигаться без вагонов и с вагонами, прицепленными как спереди, так и сзади, производить большое количество подъездов к вагонам и отцепок от них, внимательно следить за правильностью установки стрелок в маршруте и показаниями светофоров, которых очень много на крупных станциях. На каждой станции и даже в различных районах одной станции существуют свои особенности производства маневровой работы.

Обязанности и действия локомотивной бригады при формировании поездов. Основная задача крупных станций — формирование и расформирование поездов. Расформирование грузовых поездов производится на горках, полугорках и вытяжках. Для расформирования состава на горке машинист получает план предстоящей работы от дежурного по горке, подъезжает к составу и производит плавное сцепление. Осаживание состава выполняют по разрешающим показаниям горочных или маневровых светофоров.

Перед началом осаживания машинист должен получить от дежурного по станции информацию о снятии тормозных башмаков и для облегчения трогания состава с места перевести реверсивную рукоятку контроллера в положение, противоположное направлению осаживания. Затем, набирая одну-две позиции контроллера, машинист растягивает состав и одновременно подает песок под колесные пары. Этим проверяется надежность сцепления тепловоза с вагонами и предотвращается возможность боксования при трогании состава с места. Растянув состав на 1–2 м и остановив тепловоз (желательно без применения вспомогательного тормоза), машинист переводит реверсивную рукоятку в положение, соответствующее направлению осаживания. Затем он плавно трогает тепловоз и осаживаемый состав, постепенно, набирая позиции контроллера, увеличивает скорость движения и при возникновении боксования подает песок под колесные пары. Скорость надвига состава на горку не должна превышать установленной приказом начальника дороги или ТРА станции, ее регулируют, изменяя позиции контроллера или при сброшенном контроллере применяя вспомогательный тормоз. В случае применения вспомогательного тормоза тепловоза машинист для предотвращения возникновения юза колесных пар подает песок.

В процессе надвига состава на горку машинист внимательно следит за показанием горочного светофора и указаниями дежурного по горке, переданными по радиосвязи, точно и своевременно их выполняет.

По окончании роспуска состава тепловоз, как правило, используют для осаживания или перестановки вагонов на путях подгорочного (сортировочного) парка. Заезд на путь подгорочного парка машинист производит по команде дежурного по горке или дежурного по исполнительному посту (в зависимости от технического оснащения горки), в сопровождении или без сопровождения составителя. При движении в подгорочный парк машинист проверяет состояние вагонных замедли-

телей, правильность приготовления маршрута и наличие проходов. Въезд тепловоза на заторможенный вагонный замедлитель не допускается. Прицепку тепловоза производят только к остановившимся вагонам со скоростью не более 3 км/ч.

Если после прицепки к вагонам тепловоз не вышел за предельные столбики и на горке продолжается роспуск, машинист предупреждает дежурного по горке об отсутствии проходов на соседние пути.

Осаживание вагонов на пути подгорочного парка машинист производит по сигналам составителя на низших позициях контроллера со скоростью не более 3 км/ч. В случае когда разрешается не участвовать в работе составителю, машинист начинает осаживание вагонов после получения информации от дежурного по горке о степени занятости пути, наличии вагонов с людьми и опасными грузами, а от регулировщика скорости движения вагонов – об отсутствии тормозных башмаков под вагонами. При заезде в подгорочный парк без сопровождения составителя машинист после прицепки тепловоза к вагонам устанавливает реверсивную рукоятку в положение обратного движения, кратковременно на 1–2 с ставит главную рукоятку контроллера на 1-ю позицию и затем сбрасывает ее. Этим проверяется надежность сцепления тепловоза с вагоном. В случае двух неудачных попыток сцепления с вагоном машинист информирует об этом дежурного по горке, который должен принять меры для выяснения причины невозможности сцепления.

После окончания осаживания и остановки состава визуально машинист убеждается, что в осаживаемой группе вагонов не произошло саморасцепа. В случае обнаружения саморасцепа машинист немедленно сообщает об этом дежурному по горке.

Отцепку тепловоза от вагонов машинист производит, нажимая кнопку привода автосцепки только после полной остановки состава (за исключением отдельных указаний дежурного по горке или составителя, когда отцепка тепловоза от вагонов может производиться во время движения).

Для выезда с путей подгорочного парка необходимо получить указание (команду) дежурного по горке. При выезде машинист убеждается в отсутствии препятствий движению (наличие проходов, отсутствие тормозных башмаков и т. п.), разрешающих показаниях соответствующих маневровых светофоров и правильности приготовления маршрута.

Расформирование поездов может производиться также на полугорках и вытяжках.

Расформирование на полугорках выполняют после предварительной перестановки состава поезда из парка прибытия на вытяжку. При движении по направлению вытяжки машинист руководствуется показаниями маневровых сигналов и поддерживает скорость движения, регулируя мощность тепловоза изменением положения главной рукоятки контроллера в зависимости от профиля пути вытяжки,

степени загрузки и длины состава, длины оставшегося участка вытяжки и тормозной силы тепловоза.

Разборка производится надвигом состава в сторону полугорки по показаниям горочного, маневрового светофора или по команде составителя, передаваемой по радиосвязи (в зависимости от технической оснащенности и ТРА станции). Отцепленные вагоны движутся вследствие наличия уклона от полугорки в сторону путей парка. Поэтому после отцепки группы вагонов машинист останавливает состав до освобождения маршрута следования следующего отцепа. Последующий надвиг производится на расстояние, равное длине отцепляемой группы вагонов.

Расформирование поездов на вытяжках производится как осаживанием, так и толчками, с предварительной перестановкой состава из парка прибытия на вытяжку. При осаживании локомотивом вагоны поступают на соответствующие пути парка, где после остановки состава производится их отцепка.

Когда маневры выполняются толчками, состав разгоняют и после его остановки отцепленные вагоны движутся в сторону путей парка под действием сил инерции. Работая по вытяжке и производя маневровую работу толчками, машинист резко увеличивает мощность тепловоза при разгоне, переводя главную рукоятку контроллера на более высокие позиции, чем при выполнении другой работы; для уменьшения мощности машинист также более резко должен сбрасывать позиции.

При маневровой работе на полугорках и вытяжках машинист должен внимательно следить за часто сменяющимися показаниями светофоров и командами составителя, передаваемыми по радиосвязи, четко и своевременно выполнять их требования.

Формирование поездов на путях сортировочного парка, полугорках и вытяжках производится сцеплением вагонов, находящихся на одном пути, или подборкой групп вагонов с последующим их объединением. Сцепление вагонов машинист производит на 1-й – 3-й позициях контроллера при скорости не более 3 км/ч и внимательно следит за сигналами, подаваемыми составителем.

При формировании поездов из групп вагонов, находящихся на разных путях, их переставляют и объединяют согласно плану работы по разрешающим показаниям маневровых светофоров и указаниям составителя. Выежая с пути, машинист обращает внимание на длину переставляемой группы вагонов и ее ориентировочную массу. Массу необходимо учитывать для определения тормозного пути, снижения скорости и места остановки, длину – при определении расстояния свободного участка пути перед стоящей группой вагонов.

Движение маневрового состава на занятый вагонами путь производят с особой осторожностью при скорости, обеспечивающей остановку переставляемой группы перед стоящими вагонами, при этом учитывают имеющиеся тормозные средства и длину свободного

участка пути. О показаниях попутных маневровых светофоров и длине участка свободного пути составитель должен информировать машиниста по радиосвязи. Если отсутствует или неисправна радиосвязь, машинист руководствуется ручными сигналами, в необходимых случаях движется с пониженной скоростью при готовности к немедленной остановке.

Сторона, с которой машинист находится в кабине, определяется ТРА станции или предварительно согласовывается с составителем. На этой стороне кабины тепловоза, после того как будет нажата кнопка реле расположения машиниста на соответствующем пульте управления, зажигается светильник.

В зависимости от профиля пути, на котором расположена станция, и других местных условий (движение по главным путям станции вагонами вперед в сторону перегона, производство работ с составами большого веса и т. п.) при маневровой работе можно использовать автотормоза. Места и конкретный порядок выполнения такой работы отражаются в ТРА станции.

Автотормоза маневрового состава включают с целью предотвращения возможного ухода вагонов в случае саморасцепа и для лучшей управляемости движением маневрового состава. Машинист должен помнить, что готовность автотормозов вагонов к срабатыванию на эффективное торможение произойдет только после 5-минутной зарядки их до установленного давления в тормозной магистрали.

В начале движения маневрового состава, у которого включены и заряжены автотормоза, машинист в зависимости от местных условий производит разрядку тормозной магистрали краном № 394 на 0,6–0,7 кгс/см², проверяет их, убеждается в эффективности действия. После восстановления давления в тормозной магистрали и отпуска автотормозов можно продолжать движение. В дальнейшем по условиям работы эти тормоза можно использовать для регулирования скорости движения или остановки маневрового состава. В этом случае ступенчатое торможение машинист должен производить с интервалами не менее 1 мин между ступенями; выполнив отпуск, следующее торможение производить после выдержки времени, необходимого на подзарядку тормозов. Если возникают препятствия для движения или угроза безопасности движения, машинист производит экстренное торможение, ставя ручки крана № 394 в положение VI, подает песок под колесные пары, переводит ручку крана вспомогательного тормоза тепловоза в последнее тормозное положение и сбрасывает позиции рукоятки контроллера (если они были набраны).

Маневровая работа на пассажирских станциях. В процессе маневровой работы на пассажирских станциях машинисту необходимо учитывать, что даже при сцеплении с вагонами в режиме торможения на скорости 3 км/ч могут возникнуть нежелательные последствия. Расформирование и формирование пассажирских и почтово-багажных поездов производят осаживанием на путях парка и отцепкой вагонов

только после их остановки. Сформированные составы пассажирских поездов на пути отправления осаживают, как правило, вагонами вперед с включенными и предварительно опробованными автоматическими тормозами. Перед началом осаживания состава составители проверяют работу стоп-крана в рабочем тамбуре хвостового (по направлению осаживания — головного) вагона, открыв его полностью. В нормальной работе стоп-крана машинист убеждается по резкому падению давления в тормозной магистрали и срабатыванию ускорителей воздухораспределителей вагонов. Недопустимо выполнять осаживание при отсутствии в рабочем тамбуре составителя или неисправности стоп-крана.

Осаживание состава на путь отправления производят после получения машинистом плана предстоящей работы, информации о нахождении в рабочем тамбуре составителя (осадчика), числе вагонов в составе поезда, готовности маршрута и открытии сигналов. Машинист должен знать вместимость приемо-отправочных путей станции и в случае установки состава в пределах пути остановить состав. На тупиковых станциях состав останавливает составитель стоп-краном. В этом случае, не доезжая до тупикового упора на два-три вагона, машинист поддерживает скорость движения состава не более 3–5 км/ч для более плавной и точной установки состава у платформы, ручку крана № 394 он предварительно устанавливает в положение III. Отцепляют тепловоз от остановившегося состава после приведения в действие автоматических тормозов вагонов, для чего полностью открывают концевой кран, в необходимых случаях состав закрепляют тормозными башмаками.

При перестановке состава пассажирского поезда на путь отправления тепловозом вперед по мере приближения к тупиковому упору скорость движения уменьшают, применяя тормоза, к моменту торможения для остановки она должна составлять не более 3–5 км/ч. Остановку производят вспомогательным тормозом с последующей разрядкой тормозной магистрали краном № 394 на 0,8–1,0 кгс/см².

§ 38. ОСОБЕННОСТИ ВОЖДЕНИЯ ПЕРЕДАТОЧНЫХ И ВЫВОЗНЫХ ПОЕЗДОВ

К работе с вывозными и передаточными поездами относится передача поездов с одних узловых станций на другие, развоз местного груза, вывод груженых и порожних вагонов с линейных станций на станции формирования поездов и т. п. Здесь встречаются элементы как поездной, так и маневровой работы. Вывозная и передаточная работа от поездной отличаются в основном тем, что движение этих поездов производится на сравнительно небольших расстояниях. На некоторых станциях машинистам вывозных локомотивов приходится произво-

дять маневровую работу по формированию поездов, подачу вагонов к фронтам погрузки или выгрузки и вывод их.

Для передаточных и вывозных поездов в основном используют тепловозы, реже – электровозы. Масса передаточных поездов может быть значительной, поэтому иногда для ведения такого поезда используются два тепловоза.

Работая с вывозными и передаточными поездами, машинист должен хорошо знать план и профиль пути участков, расположение и условия видимости светофоров, сигнальных указателей, нормы массы поездов, расположение путей и парков на станциях, порядок и особенности производства маневровой работы на них.

Прицепка локомотива к поезду. При прицепке к готовому составу машинист, применяя вспомогательный тормоз, останавливает тепловоз, не доезжая 5–10 м до вагонов. Затем тепловоз со скоростью не более 3 км/ч подъезжает к вагонам и плавно сцепляется с ними. Чтобы проверить сцепление, машинист переводит реверсивную рукоятку в положение обратного направления движения, поставив главную рукоятку контроллера на 1-ю позицию при отпущенном вспомогательном тормозе. Трогание тепловоза и головного вагона с места подтверждает, что сцепление произошло, и машинист переводит главную рукоятку контроллера и реверсивную рукоятку в положения 0, ручку крана вспомогательного тормоза ставит в последнее тормозное положение.

До соединения воздушных рукавов и открытия концевых кранов между тепловозом и первым вагоном осмотрщик вагонов должен предупредить машиниста о наличии в поезде подвижного состава, требующего пониженного давления воздуха в тормозной сети, а машинист – произвести регулировку редуктора крана усл. № 394 на соответствующее давление. После этого помощник машиниста продувает тормозную магистраль тепловоза, полностью открыв концевой кран, соединяет воздушные рукава между тепловозом и головным вагоном и, убедившись в надежности соединения, открывает концевой кран тепловоза, а затем вагона.

Машинист проверяет правильность и надежность сцепления тепловоза с первым вагоном по сигнальным отросткам замков автосцепок, правильность соединения воздушных рукавов и открытие концевых кранов. В случаях когда в голове поезда находится холодный локомотив, хоппер-дозатор или думпкар, машинист, проверяя соединение воздушных рукавов, должен проявить особое внимание, чтобы не допустить ошибочного соединения воздушных рукавов тормозной магистрали тепловоза с напорной магистралью указанного подвижного состава.

Зарядка и опробование тормозов. После прицепки тепловоза к составу пассажирского поезда, регулировки редуктора крана № 394 на поддержание давления в тормозной сети поезда 5,0–5,2 кгс/см² и соединения воздушных рукавов машинист переводит ручку крана в положение I на 3–4 с и после возвращения ее в положение II произво-

дит дальнейшую зарядку тормозной сети поезда. После прицепки к составу грузового поезда с заряженной тормозной сетью и соединения воздушных рукавов машинист, ставя ручку крана усл. № 394 в положение I, повышает давление в уравнительном резервуаре на 0,5–0,7 кгс/см² сверх зарядного в зависимости от длины состава поезда и переводит ручку крана в положение II.

Прицепив тепловоз к заторможенному составу грузового поезда или с незаряженной тормозной сетью, машинист до соединения воздушных рукавов снижает давление в уравнительном резервуаре на 1,5 кгс/см². После соединения воздушных рукавов и открытия концевых кранов ручку крана № 394 ставят в положение I и выдерживают в нем до повышения давления в уравнительном резервуаре на 1,0–1,3 кгс/см² сверх зарядного, затем ее переводят в положение II и продолжают зарядку тормозной сети поезда.

Для ускорения наполнения и зарядки тормозной сети сжатым воздухом и облегчения условий работы компрессора машинист при положении реверсивной рукоятки "Холостой ход" набором позиций главной рукоятки контроллера увеличивает частоту вращения коленчатого вала дизеля, а соответственно и производительность компрессора. После окончания зарядки тормозной сети поезда сжатым воздухом до установленного давления машинист совместно с осмотрщиком вагонов проверяют плотность тормозной сети поезда, значение которой должно быть указано в справке о тормозах формы ВУ-45. Машинист должен опробовать автоматические тормоза и при этом наблюдать за показаниями соответствующих манометров на пульте управления. Опробование автоматических тормозов на станциях производится в соответствии с инструкцией ЦТ-ЦВ-ВНИИЖТ-4440. После опробования тормозов и получения справки формы ВУ-45 машинист проверяет правильность ее заполнения, соответствие фактического нажатия тормозных колодок требуемому, обращая внимание на число вагонов, оборудованных композиционными колодками, обеспеченность ручными тормозами, затем сверяет номер хвостового вагона с номером, указанным в натурном листе поезда или на ярлыке грузовых документов. Грузовые документы на поезд должны быть перевязаны шпагатом и опломбированы наклеенным ярлыком установленной формы.

При отправлении со станции резервного тепловоза машинист после переключения воздухораспределителя на груженный режим проверяет работу автоматического тормоза и действие вспомогательного тормоза.

В случае прицепки к одиночно следующему тепловозу не более пяти вагонов на линейной станции, где нет работников, имеющих право проверить работу автоматических тормозов, осмотр вагонов, установка режимов воздухораспределителей и полное опробование тормозов возлагаются на локомотивную бригаду.

Выполнив зарядку, проверку плотности тормозной сети, проверку работы тормозов на торможение и отпуск, данные о весе поезда, тормозном нажатии с учетом веса и тормозных средств тепловоза,

плотности тормозной сети, дате и времени опробования машинист записывает в журнал технического состояния локомотива формы ТУ-152. Эта запись заверяется подписью машиниста и помощника машиниста.

После отправления со станции машинист на первом участке с благоприятным профилем производит проверку тормозов на эффективность и в зависимости от обеспеченности тормозами определяет максимальную скорость движения. На первой попутной станции, где имеется пункт технического обслуживания (ПТО), производят полное опробование автоматических тормозов и выдают машинисту справку формы ВУ-45.

Непосредственно перед отправлением поезда, для того чтобы убедиться в отсутствии опасного перекрытия концевых кранов в головной части состава, машинист на 3–4 с ставит ручку крана № 394 в положение I, замеряет разницу показаний манометра главного резервуара и манометра тормозной магистрали и возвращает ручку крана в поездное положение. Разница показаний манометров не должна быть менее $0,5 \text{ кгс/см}^2$, что указывает на отсутствие перекрытия концевых кранов в головной (около 20 вагонов) части поезда.

Проверяют заправку скоростемера лентой и работу писцов, заводят и сверяют часы, включают на соответствующий режим устройства АЛСН и проверки бдительности, проверяют включение соответствующего канала радиостанции.

При открытии выходного (маршрутного) светофора с пути отправления машинист и помощник лично убеждаются в его разрешающем показании, называют друг другу это показание и показание локомотивного светофора, убеждаются в свободности пути и правильности приготовления маршрута отправления, называют допустимую скорость движения.

Трогание и разгон поезда. Для того чтобы поезд привести в движение, машинист отпускает вспомогательный тормоз тепловоза установкой ручки крана усл. № 254 в поездное положение, переводит реверсивную рукоятку в положение требуемого направления движения и после подачи сигнала отправления переводит главную рукоятку контроллера в 1-ю позицию.

Через 2–3 с, когда тепловоз и головные вагоны придут в движение, машинист переводит главную рукоятку контроллера на позицию II, а затем по мере трогания вагонов – и на позицию III. Трогание состава следует производить плавно, без рывков. Когда весь состав пришел в движение, а это машинист ощущает по прекращению продольных реакций поезда, главную рукоятку контроллера переводят на более высокие позиции, увеличивая мощность тепловоза и скорость движения.

Если поезд на 1–2-й позициях контроллера стронуть с места не удалось, главную рукоятку переводят в нулевую позицию, а реверсивную – в положение обратного направления движения. Набирая

позиции контроллера, машинист сжимает состав, после чего производит повторное трогание поезда.

В момент трогания поезда с места при набранных позициях контроллера время нахождения тепловоза без движения не должно превышать 10 с.

В процессе трогания и разгона для предотвращения возможного боксования колесных пар необходимо своевременно подавать песок. Если какая-либо колесная пара начала боксовать, необходимо сначала прекратить ее боксование снижением позиций контроллера, а затем подать песок и восстановить прежнюю позицию контроллера. При отправлении со станции локомотивная бригада должна следить за состоянием поезда, а также убедиться в отсутствии сигналов остановки, подаваемых работниками станций.

По мере увеличения скорости движения поезда машинист переводит главную рукоятку контроллера на более высокие позиции, давая дизелю поработать не менее 5 с на каждой при установившейся частоте вращения.

Дальнейшее управление тепловозом, ведущим передаточный или вывозной поезд, не отличается от управления тепловозом грузового поезда.

После прибытия и остановки поезда на станции назначения отцепку тепловоза помощник машиниста производит только после получения информации от дежурного по станции (дежурного по парку) о закреплении состава. Машинист до отцепки затормаживает состав прибывшего поезда автоматическими тормозами с понижением давления в уравнительном резервуаре на 0,8–1,0 кгс/см². После остановки поезда помощник машиниста производит осмотр экипажной части.

Все маневровые передвижения на станции производят согласно плану работы, передаваемому дежурным по станции машинисту тепловоза по радиосвязи. Получив план предстоящих передвижений по станции, машинист должен четко их себе представить, и, повторив это дежурному по станции, приступить к исполнению передвижений после подтверждения правильности восприятия этого плана.

От соблюдения установленного регламента переговоров машиниста и дежурного по станции во многом зависит безопасность движения, так как особенно на близко расположенных станциях могут оказаться машинисты с одинаковыми фамилиями, одинаковые номера локомотивов и литеры светофоров, одинаковые номера путей.

Управление сцепом тепловозов. Работа тепловозов по системе двух единиц производится на участках с тяжелым профилем пути и большими весами передаточных поездов. Управление такими тепловозами осуществляется из кабины головного тепловоза и аналогично управлению одним тепловозом.

При работе на тепловозах по системе двух единиц машинист должен четко соблюдать установленный порядок смены кабин управления. После смены кабины и установки кранов в рабочее положение до приведения тепловоза в движение машинист с помощью манометра

убеждается в том, что воздух проходит к тормозным цилиндрам. Для этого он ставит ручку крана вспомогательного тормоза № 254 в последнее тормозное положение. Убедившись в нормальном наполнении тормозных цилиндров, машинист переводит ручку крана в поездное положение, а реверсивную — в положение требуемого направления движения. Установив главную рукоятку контроллера на 1–2-ю позиции, машинист приводит тепловоз в движение и при скорости 5–7 км/ч, переведя эту рукоятку в положение 0, производит проверку действия вспомогательного тормоза на эффективность. Таким же образом машинист проверяет работу вспомогательного тормоза после прибытия с поездом на станцию и отцепки от состава.

§ 39. УПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЗОМ БЕЗ ПОМОЩНИКА МАШИНИСТА

При маневровой и вывозной работе широко используется обслуживание тепловозов одним машинистом. Это усложняет работу машиниста, одновременно повышаются требования к техническому состоянию тепловоза и обслуживающему персоналу.

Модернизация локомотива. Тепловозы, которые обслуживает один машинист, должны быть технически исправными и оборудованы дополнительными устройствами, облегчающими работу машиниста и способствующими обеспечению безопасности движения поездов и производству маневровой работы.

К таким дополнительным устройствам относятся вспомогательные пульты управления, установленные с правой и левой стороны кабины. Эти пульты позволяют дистанционно через контроллер воздействовать на работу дизель-генераторной установки, производить реверсирование тепловоза, обеспечивать подачу песка под колесные пары, производить аварийную остановку. Применяются также устройства, позволяющие из кабины производить отцепку тепловоза от вагонов, кроме того, сигнализация о месте расположения машиниста в кабине.

С левой стороны кабины устанавливаются дополнительная рукоятка бдительности и дополнительные устройства, обеспечивающие двустороннюю радиосвязь с дежурным по станции и руководителем маневров (составителем), зеркала левого обзора и кран вспомогательного тормоза № 254 с манометром, контролирующим давление в тормозных цилиндрах. Воздухораспределитель маневровых тепловозов включается на грузовой режим работы.

Принимая тепловоз, машинист проверяет работу всех этих устройств, убеждается в их исправности.

Особенности управления локомотивом. При производстве маневров машинист управляет тепловозом с той стороны кабины, с которой обеспечивается лучшая видимость сигналов и пути. Конкретный порядок производства маневровой работы при обслуживании тепलो-

за одним машинистом регламентируется ТРА станций и местными инструкциями.

Как показала практика, машинист, находясь с правой стороны кабины, при наличии пультов дистанционного управления управляет тепловозом все же непосредственно с помощью контроллера. Если же по условиям работы машинисту необходимо находиться с левой стороны кабины, управление тепловозом он производит, пользуясь вспомогательным пультом.

Смена сторон управления производится в местах, определяемых ТРА станций, местными инструкциями или по предварительному согласованию с руководителем маневров.

Перейдя на другую сторону кабины, машинист нажимает специальную кнопку, и на верхней части кабины загорается соответствующая сигнальная лампа.

Для подготовки тепловоза к движению при управлении со вспомогательного пульта машинист кратковременно наклоняет тумблер "Вперед — назад" в сторону требуемого направления движения и отпускает его, тумблер возвращается в нейтральное положение. В момент когда тумблер наклонен, происходит разворот в соответствующее положение реверсивного вала контроллера и реверсора.

Тепловоз в движение машинист приводит после получения сигнала (команды) от руководителя маневров, убедившись в разрешающем показании маневрового светофора, отсутствии препятствий с правой и левой стороны, после подачи соответствующего звукового сигнала. Трогание производится кратковременным наклонением тумблера "Больше — меньше" в сторону "Больше", в результате чего главная рукоятка контроллера переместится на 1-ю позицию. Дальнейший перевод рукоятки контроллера и увеличение мощности машинист может произвести только после возврата тумблера в нейтральное положение и установки главной рукоятки контроллера на позицию.

В зависимости от условий и производимых маневровых передвижений наклон тумблера "Больше — меньше" для увеличения мощности тепловоза машинист производит с необходимыми интервалами. При маневровой работе на вытяжках, где в сравнительно небольшое время необходимо развить определенную мощность тепловоза для разгона вагонов, машинист повторно кратковременно наклоняет тумблер и возвращает его каждый раз в нейтральное положение в момент перевода главной рукоятки контроллера с одной позиции на другую. Число наклонов тумблера будет соответствовать номеру позиции главной рукоятки контроллера. Для предотвращения боксования машинист, нажимая кнопку "Песок" на вспомогательном пульте или педаль, подает песок под колесные пары.

Для уменьшения мощности тепловоза машинист наклоняет тумблер "Больше — меньше" в сторону "Меньше" и возвращает его в нейтральное положение, при этом главная рукоятка контроллера перемещается на следующую низшую позицию.

При работе на вытяжках, когда после разгона вагонов необходимо быстро отключить тяговые двигатели, машинист нажимает кнопку "Автоматический сброс" на вспомогательном пульте управления и главная рукоятка контроллера с любой рабочей позиции автоматически быстро возвращается на позицию 0.

Для изменения скорости движения или остановки тепловоза машинист устанавливает ручку крана № 254, расположенного с левой стороны кабины, в одно из тормозных положений. Контроль за давлением в тормозных цилиндрах осуществляется по манометру, находящемуся с левой стороны кабины.

Приводить в действие электропневматические тормоза со вспомогательного пульта при производстве маневровой работы не рекомендуется, так как при этом не обеспечивается достаточная управляемость вспомогательным тормозом.

Перед троганием тепловоза и при нахождении маневрового светофора с левой стороны в непосредственной близости от тепловоза машинист, перейдя на левую сторону, убеждается в его разрешающем показании, а также в отсутствии препятствий для движения.

При производстве маневровых передвижений машинист, находясь за основным пультом управления с правой стороны, наблюдает за сигналами, убеждается в правильности приготовления маршрута и свободности пути как через лобовое стекло кабины, так и через зеркало левого обзора. В случаях движения вагонами вперед руководитель маневров должен информировать машиниста о своем местонахождении, показании полупутьных маневровых светофоров и свободности пути.

Особенности вождения передаточных и вывозных поездов без помощника машиниста. При обслуживании вывозного или передаточного поезда машинист после прицепки локомотива к составу соединяет воздушные рукава и открывает концевые краны между тепловозом и первым вагоном, проверяет сцепление и после зарядки тормозной сети поезда производит опробование автоматических тормозов. После вручения документов он заносит данные о составе в маршрут, знакомится со справкой о тормозах формы ВУ-45, предупреждением и, если поезд отправляется при запрещающем показании выходного (маршрутного) светофора, с документом на право занятия перегона.

После открытия выходного сигнала машинист убеждается в его разрешающем показании, а при отправлении по письменному разрешению получает дополнительное указание дежурного по станции о возможности отправления поезда и приводит тепловоз в движение.

Управление тепловозом при ведении вывозного или передаточного поезда осуществляется с основного пульта управления. Контроль свободности пути и правильности приготовления маршрута в кривых участках пути, а также наблюдение за подаваемыми работниками станции сигналами с левой стороны производят через зеркала левого обзора.

При возникновении во время движения аварийных и экстремаль-

ных ситуаций, угрожающих безопасности движения, машинист принимает все меры для экстренной остановки поезда, выключает дизель нажатием кнопки "Аварийная остановка" на вспомогательном пульте управления и затем переводит ручку крана № 394 в положение VI, а главную рукоятку контроллера на позицию 0.

В случае использования маневрового тепловоза для вывозной и передаточной работы вместо помощника машиниста можно использовать специально обученного составителя или его помощника. Конкретный порядок работы таких тепловозов отражается в ТРА станции и местных инструкциях.

В технически исправном состоянии дизель-генераторной установки, вспомогательного оборудования и экипажной части, в производстве ТО-1 машинист убеждается во время смены. Сдающий машинист заблаговременно подготавливает тепловоз. При необходимости возникшие неисправности устраняют совместно сдающий и принимающий машинисты. Порядок производства ТО-1 и ТО-2, график выполнения работ по техническому обслуживанию узлов тепловозов, обслуживаемых одним машинистом, должны быть отражены в местных инструкциях в зависимости от технических возможностей депо и интенсивности эксплуатации тепловозов.

При приемке локомотива, его обслуживании и производстве маневровой работы машинист должен соблюдать и выполнять все требования различных правил и инструкции по технике безопасности при эксплуатации тепловозов.

Глава 8. ОПЫТНЫЕ ПОЕЗДКИ И ИСПЫТАНИЯ ЛОКОМОТИВОВ

§ 40. ПОНЯТИЕ О ТЯГОВО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЯХ

Тяговый подвижной состав, начиная от постройки и на протяжении эксплуатации, подвергается различного рода испытаниям. В процессе создания локомотива и после его постройки отдельное оборудование, агрегаты и локомотив в целом испытывают для выяснения их работоспособности и проверки соответствия характеристик техническим условиям и требованиям.

Испытания могут проводиться на испытательных и лабораторных стендах, катковых станциях; иногда проводят испытания не локомотивов, а моделей.

Заводские испытания. Для отдельных видов оборудования и агрегатов (тяговых двигателей, дизелей, главных генераторов, трансформаторов, вспомогательных машин, аппаратуры) после их изготовления такие испытания проводят на соответствующих стендах. На собранном локомотиве проверяют качество и правильность монтажа, проводят наладочные работы, после чего локомотив поступает на заводское испытательное кольцо или специальный участок железнодорожной линии, где проходит последний этап заводских испытаний – контрольно-ходовые, на которых локомотив проверяют при движении по рельсам.

По окончании заводских испытаний локомотив передают дорогам для эксплуатации.

Научно-исследовательские организации железнодорожного транспорта совместно с заводом-изготовителем проводят обширные испытания локомотива, выполнившего пробег от постройки не менее 5000 км. При этих испытаниях определяют основные характеристики тягового подвижного состава, соответствие их техническим условиям, принятым при проектировании, определяют нормативы, используемые впоследствии в тяговых расчетах.

Для испытаний, проводимых с этой целью, используют вагоны-лаборатории и, в частности, динамометрические вагоны, с помощью которых изучается работа локомотивов.

Паспортные испытания. Испытания тягового подвижного состава, производимые с целью получения паспортных характеристик локомотива в целом и отдельных его систем, называют паспортными. Они

включают в себя тягово-энергетические и тягово-теплотехнические, путевые и динамические испытания, при которых определяют тяговые и тормозные характеристики, силы сопротивления движению, коэффициент сцепления колес с рельсами, КПД локомотива, тепловые характеристики электрических машин и др., оценивают плавность переходных процессов при всевозможных переключениях, проверяют работу аппаратуры.

При путевых испытаниях определяют силы взаимодействия колес с рельсами. По результатам измерения этих сил устанавливают максимальные допустимые скорости движения по воздействию на верхнее строение пути.

В процессе динамических испытаний выявляют динамические нагрузки, возникающие в различных узлах и деталях тягового подвижного состава при движении его по рельсам, характер колебаний тележек и кузова. Обычно динамические испытания совмещают с прочностными, при этом определяют напряжения в элементах кузова и тележек, тяговой передачи и др. как в статическом состоянии, так и при движении, а также соударении локомотивов с различными скоростями.

Паспортные испытания тягового подвижного состава являются наиболее широкими и сложными по объему работы, применяемой измерительной аппаратуре, требуемым средствам и времени. Таким испытаниям обычно подвергают один из первых построенных локомотивов.

Одной из основных целей этих испытаний является получение тяговых, энергетических и теплотехнических характеристик. Для обеспечения высокой достоверности результатов важно в каждом опыте данных испытаний обеспечить постоянство режимов работы тягового подвижного состава. С этой целью опытные поездки проводят на определенных участках пути, имеющих однообразный профиль, со специально подобранным составом определенной массы либо со специальным вспомогательным локомотивом. Вспомогательный локомотив создает силу сопротивления движению, на преодоление которой затрачивается мощность основного локомотива, подвергающегося испытаниям.

Испытания проводятся с помощью динамометрического вагона, включаемого в опытный поезд, как правило, между испытываемым локомотивом и первым вагоном.

Динамометрический вагон представляет собой вагон-лабораторию, в котором сосредоточены приборы и устройства, необходимые для проведения испытаний.

Тягово-энергетические и тягово-теплотехнические испытания. При тягово-энергетических испытаниях электроподвижного состава определяют тяговые характеристики, основные характеристики электрического торможения, если оно предусмотрено конструкцией, распределение токов между параллельными цепями тяговых двигателей,

коэффициент сцепления колес с рельсами в зависимости от скорости движения, удельное сопротивление движению под током и без тока, коэффициент мощности для электроподвижного состава переменного тока, общий КПД электровоза с учетом расхода энергии на собственные нужды и др. При тягово-теплотехнических испытаниях тепловозов, кроме того, определяют зависимость тока главного генератора от скорости движения при различных положениях главной рукоятки контроллера и соединениях тяговых двигателей, расхода топлива от скорости движения и др.

По результатам тягово-энергетических (для ЭПС) или тягово-теплотехнических (для автономного тягового подвижного состава), путевых, динамических и прочностных испытаний выполняют, если это требуется, необходимую доработку конструкции опытного образца локомотива.

Если получены положительные результаты испытаний, локомотив пускают в эксплуатацию для проведения эксплуатационных испытаний в течение пробега 100–150 тыс. км. При этих испытаниях определяют уровень надежности работы узлов и агрегатов тягового подвижного состава, степень износа отдельных узлов и деталей, проверяют технологичность ремонта и удобство обслуживания локомотива.

По результатам эксплуатационных испытаний дорабатывают конструкцию локомотива и принимают решение об организации серийного производства.

Тягово-эксплуатационные испытания. Эти испытания в отличие от тягово-энергетических, тягово-теплотехнических и других паспортных испытаний имеют целью определение практических режимов и результатов работы тягового подвижного состава и отдельных его систем в условиях эксплуатации, соответствия полученных результатов тяговым расчетам.

На основе результатов этих испытаний решают разнообразные задачи совершенствования эксплуатации локомотивов, определяют оптимальные нормы массы поездов, разрабатывают рекомендации по рациональным режимам вождения поездов при заданной норме массы поезда и минимальном расходе электроэнергии или топлива либо более полном использовании сцепного веса локомотива и мощности тяговых двигателей. При тягово-эксплуатационных испытаниях также выясняют условия, необходимые для повышения массы поезда на данном участке, исследуют эффективность электрического торможения, проверяют результаты тяговых расчетов. Иногда при тягово-эксплуатационных испытаниях проверяют работу и определяют эффективность действия отдельных устройств, аппаратов и агрегатов тягового подвижного состава.

Обычно при тягово-эксплуатационных испытаниях также используют динамометрический вагон.

Динамометрический вагон. Аппаратура этого вагона предназначена для измерения сил тяги и торможения, электрических, механиче-

ских, пневматических и других величин при испытаниях локомотивов.

Для того чтобы судить о параметрах локомотива, его узлов и агрегатов, их работоспособности, производительности и т. п., указанные величины необходимо измерять с достаточной точностью. Поэтому при испытаниях обычно применяют приборы высокой точности, предварительно оценивая возможную погрешность при измерении той или иной величины.

Динамометрический вагон выполняют на базе цельнометаллического пассажирского вагона и оснащают необходимым оборудованием. Электрические цепи получают питание от двух тяговых вагонных аккумуляторных батарей, расположенных под вагоном. Для зарядки батарей на ходу имеется зарядный агрегат с приводом от оси вагона, а на стоянке зарядку выполняют от мотор-генератора трехфазно-постоянного тока, который подключают к деповской или станционной сети трехфазного тока. Мотор-генератор используют и для получения переменного тока при питании от аккумуляторной батареи. Под кузовом вагона установлены две поворотные фары для освещения путевых знаков в темное время, а также ящики для соединительных проводов и других тяжелых деталей.

При испытаниях измерительные провода от локомотива подводят на вагоне (рис. 44) к вводным щитам 2, 14 высокого напряжения и 1, 15 низкого напряжения, расположенным в тамбурах I и III.

В измерительном зале II расположено следующее оборудование: динамометрический стол 11 со щитом управления 13 и выключателем 12, осциллограф 7, к которому подходят провода от рейки 6 с зажимами и щита 5 высокого напряжения, приборный стол 20 с 8–14 застекленными сверху ячейками для установки приборов, измеряющих токи, напряжения, мощности в электрических цепях локомотива. Приборы подключают к высоковольтным щитам 19 и 21. Регистрирующие приборы располагают на столе 25 или на стенке вагона рядом со щитом питания 24, щитом высокого напряжения 23 и щитом с зажимами для самописцев 22. На стенках вагона находятся также щит питания 9, кнопки безопасности 3 и 10, отключающие силовые цепи локомотива, кнопки особых отметок и наблюдений 8 и 18, обеспечивающие нанесение отметок на ленту динамометрического стола, щиты собственных нужд 17, связи и питания 4. Малогабаритные осциллографы, магнитографы, цифровые приборы размещают на столах, устанавливаемых в различных удобных местах измерительного зала. Для сглаживания тряски и вибрации приборы укрепляют, используя амортизаторы. При наличии на локомотиве высокого напряжения включаются два сигнализатора высокого напряжения 16 и 26 – красные лампы. Динамометрический стол 11 служит для регистрации на бумажной ленте шириной до 600 мм силы тяги или торможения на автосцепке локомотива, скорости его движения, режимов работы различного оборудования и т.д.

Силу тяги или торможения измеряют гидравлическими или элект-

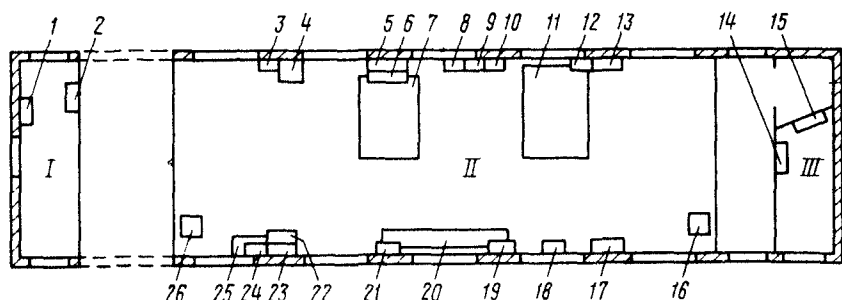


Рис. 44. Планировка динамометрического вагона

рическими динамометрами. Принцип действия гидравлических динамометров основан на измерении давления жидкости в закрытом объеме, на который передается нажатие от фрикционного аппарата автосцепки.

Электрические динамометры измеряют электрическое сопротивление чувствительных проволочных тензодатчиков при растяжении или сжатии. Такие датчики наклеивают на специально подготовленные стенки хвостовика автосцепки.

Для движения ленты динамометрического стола (рис. 45) в зависимости от пройденного пути используют механический привод от одной из колесных пар тележки вагона, которую не оборудуют тормозами. Благодаря наличию коробки передач скорость движения ленты можно изменять ступенями в пределах от 20 до 160 мм/км. Реверс позволяет сохранить направление движения ленты при изменении направления движения вагона. Износ бандажей колесной пары компенсируют подбором шестерен коробки передач. Валики, перемещающие ленту, могут приводиться во вращение от электродвигателя. Скорость движения ленты динамометрического стола при этом можно изменять ступенями от 600 до 1000 мм/мин.

Принцип действия электромагнитного скоростемера основан на взаимодействии вращающихся постоянных магнитов с алюминиевым диском, находящимся в их зазорах и удерживаемым спиральной пружиной. Магниты приводятся во вращение от оси колесной пары, при этом в алюминиевом диске наводятся вихревые токи, под действием которых диск, преодолевая силу спиральной пружины, поворачивается на оси, на угол, пропорциональный скорости движения вагона. С диском соединены стрелка, указывающая скорость, и самописец, регистрирующий скорость движения на ленте динамометрического стола.

С осью вагона связан также счетчик общего пробега (точность отсчета до 1 км) и счетчик пробега за поездку, сутки и т. д. (точность до

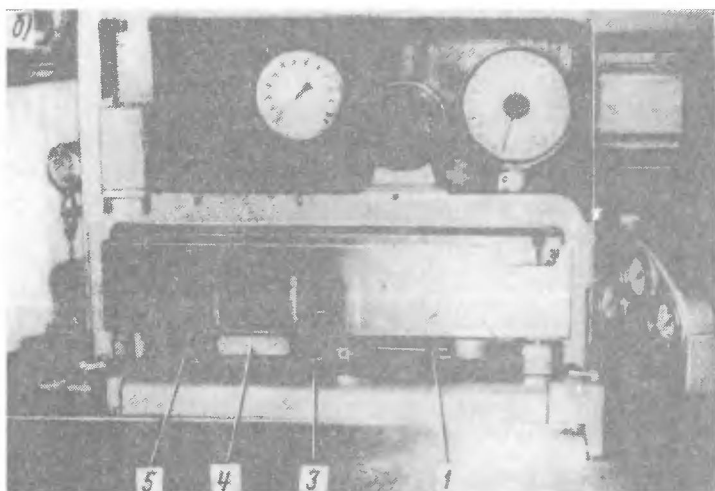
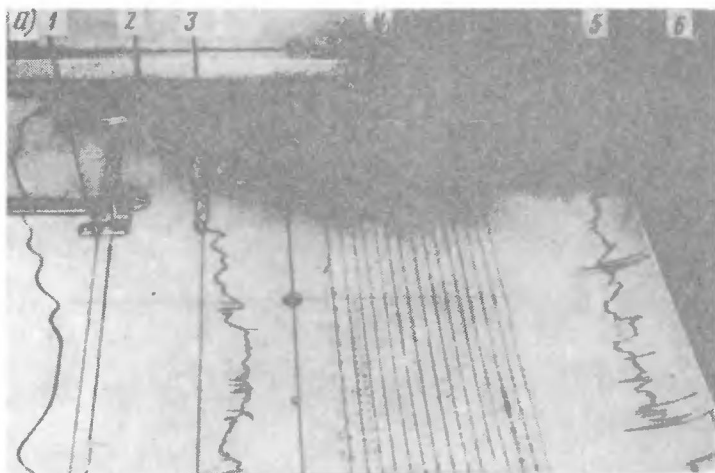


Рис. 45. Лицевая (а) и обратная (б) стороны динамометрического стола:
 1, 2, 3, 4, 5 — резисторы соответственно скорости, давления в тормозной магистрали, силы тяги, от-
 меток, тока; 6 — миллиметровая

0,1 км). Этот счетчик имеет специальный рычаг, который позволяет сбрасывать показания на нуль.

Контактные импульсные часы измеряют время и нанося отметки времени через 1 мин или 15 с на ленту динамометрического стола. На динамометрическом столе устанавливают по 15–20 отметчиков сраба-

тивания отдельных аппаратов, реле, режимов работы локомотива. Их используют также для нанесения отметок пути, времени, места замеров и т. д. Самописец отметчика связан с якорем электромагнитного реле и наносит на ленту (рис. 46) динамометрического стола горизонтальную линию. При срабатывании реле его якорь притягивается к магнитопроводу и самописец смещается. По смещению линий определяют положение отметки.

Регистрация включения пневматических тормозов поезда и режимов их работы выполняется регистрирующим манометром, записывающим давление в тормозной магистрали. Для облегчения расшифровки на ленту наносят линии, соответствующие нулевым значениям давления, силы тяги, скорости движения. При необходимости на ленту можно записать токи и напряжения. С этой целью на раме динамометрического стола укрепляют механизмы регистрирующих приборов и приспособливают их для записи на ленту.

В последнее время для обработки материалов испытаний используют ЭВМ. Необходимые параметры и их значения при испытаниях регистрируют на магнитных лентах или перфолентах, которые вводят в ЭВМ. Данные получают значительно быстрее, анализируют их глубже, чем при ручной обработке.

При испытаниях локомотивов приходится измерять и регистрировать в основном большие токи и напряжения с помощью приборов (амперметров, вольтметров, ваттметров) высоких классов точности, рассчитанных на небольшие токи и напряжения. При измерениях

постоянного тока их включают через измерительные шунты, постоянного напряжения — последовательно с добавочными резисторами, переменного тока и напряжения — через измерительные трансформаторы.

Применяют также указывающие лабораторные приборы класса точности 0,2 или 0,5, щитовые или переносные регистрирующие приборы класса точности 1,5 или 2,5. Для меньшего влияния на результаты измерений шунтов, добавочных резисторов и измерительных трансформаторов они должны быть более высокого класса точности.

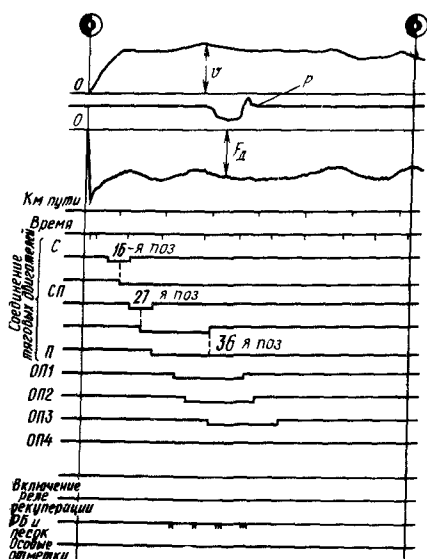


Рис. 46. Записи на ленте динамометрического стола

Все переносные измерительные приборы, используемые в динамометрическом вагоне при опытных поездках, предварительно проверяет метрологическая служба дороги. Штатные указывающие и записывающие приборы перед началом опытных поездок или в процессе испытаний тарируют с составлением соответствующих актов и с обязательным построением тарировочных зависимостей.

Обычно для измерений используют визуальные приборы магнитоэлектрические, электромагнитные и электродинамические. Для регистрации электрических величин применяют переносные или щитовые приборы магнитоэлектрические, ферродинамические или электродинамические. Установленное на измерительной рамке перо записывает изменение электрической величины на бумажную ленту, приводимую в движение синхронным двигателем от сети переменного тока.

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 в вагоне или на электровозах. При измерении токов и напряжений можно использовать цифровые вольтметры или ампервольтметры, обладающие более высокой точностью и устойчивостью против влияния внешних магнитных полей. Используют также электронно-счетные частотомеры, например, для измерения и фиксации частот датчиков боксования. Большим преимуществом цифровых приборов является наличие у них кодового выхода, позволяющего регистрировать измерения с помощью цифropечатающих устройств и вводить их в вычислительные машины для последующей обработки данных.

Для измерения электрического сопротивления отдельных аппаратов или участков цепей используют измерительные мосты, позволяющие сравнивать сопротивление измеряемого участка цепи или аппарата с известным сопротивлением. Если необходимо более точно определить электрическое сопротивление, применяют потенциометры.

При реостатных испытаниях тепловозов, а иногда и при опытных поездках на линии используют пирометрические установки динамометрического вагона для определения температуры воды, масла, отходящих газов и т. д. Такие установки содержат датчики, помещаемые в среду или агрегат, температуру которых нужно определить, и измерительные приборы. В качестве датчиков используют термопары или при более низких температурах (до 200–500 °C) терморезисторы. В качестве измерительного прибора применяют милливольтметр либо при использовании компенсационного метода – потенциометр постоянного тока. Применяют также автоматические электронные потенциометры и мосты с показывающими и регистрирующими приборами.

При испытаниях локомотивов для записи быстро изменяющихся токов, напряжений и др. используют осциллографы различных типов.

Кроме того, при проведении испытаний локомотивов применяют всевозможные датчики и устройства для обнаружения отдельных изменений в работе оборудования, возникновения каких-либо процес-

сов, требующих фиксации, определения числа срабатываний аппаратов и т. д. К ним относятся датчики, позволяющие обнаруживать и фиксировать боксования колесных пар по импульсам тока, частота которых изменяется пропорционально частоте вращения колесной пары, либо по ЭДС постоянного или переменного тока тахогенератора, связанного с колесной парой. Чаще всего используют частотные бесконтактные датчики различных конструкций.

Для определения температуры якорных обмоток тяговых двигателей и генераторов, а также вспомогательных машин по их электрическому сопротивлению применяют специальное приспособление, которое позволяет при измерении электрического сопротивления устранить влияние переходного сопротивления в месте контакта щеток с коллекторными пластинами. Для регистрации на ленте динамометрического стола числа и продолжительности включений пневматических песочниц применяют блок-контакт, устанавливаемый под рукояткой клапана. При нажатии на рукоятку блок-контакт замыкает цепь отметчика, оставляющего отметку на ленте. Суммарное число нажатий определяют по показаниям счетчика срабатываний, подключаемого также к блок-контакту.

Вращающий момент дизеля определяют с помощью динамометров, принцип работы которых основан на измерении упругой деформации скручивания вала на участке между дизелем и передачей различными методами (фотоэлектрическим, индуктивным или тензометрическим).

Для определения числа срабатываний различных аппаратов при опытных поездках применяют электромагнитные счетчики. В динамометрических вагонах обычно устанавливают один комплект из пяти четырехзначных электромагнитных счетчиков импульсов, которые в зависимости от типа позволяют отсчитывать 50–100 импульсов в 1 с. При прохождении импульсов постоянного тока через обмотку счетчика срабатывает электромагнит, якорь которого приводит в движение стрелки, отсчитывающие по сигналам единицы и сотни импульсов.

В процессе испытания локомотива возникает необходимость зафиксировать режим его работы на ленте динамометрического стола, отметить на ленте регистрирующего прибора или осциллографа позицию переключателя ступеней, позицию главной или тормозной рукоятки контроллера машиниста и т. д. Для регистраций позиций переключателя ступеней у торца вала укрепляют регулируемый резистор таким образом, чтобы при повороте вала изменялось его сопротивление. Резистор включают по схеме потенциометра в цепь управления локомотива и на ленте получают четкие изменения напряжения в виде ступенек записи, по которым определяют номер позиции. Для передачи в динамометрический вагон информации о положении переключателя ступеней можно использовать сельсин и по его показаниям наносить соответствующие отметки на ленту регистрирующих приборов.

Позиции тормозной рукоятки можно отмечать, подключив регистрирующий прибор или гальванометр осциллографа к точке между

регулируемым реостатом и обмоткой независимого возбуждения возбудителя (преобразователя). При выключении части реостата скачком изменяется напряжение на обмотке независимого возбуждения; на ленте регистратора это будет отмечено ступенью в записи. По числу ступеней можно определить позицию тормозной рукоятки.

Позиции контроллера машиниста тепловоза на ленте динамометрического стола регистрируют, включая отметчики стола в электрические цепи электропневматических вентилей, так как каждой позиции рукоятки контроллера соответствует определенная комбинация их включения. Для этой цели можно также воспользоваться специальным приспособлением, закрепленным на верхней части контроллера. Оно имеет неподвижные изолированные контакты, число которых равно числу позиций контроллера, и скользящий по ним подвижной контакт, закрепленный на рукоятке контроллера. Перемещение рукоятки на любую из позиций вызывает замыкание цепи от аккумуляторной батареи на перо отметчика динамометрического стола. Для определения расхода топлива тепловозами при опытных поездках используют топливомеры различных конструкций.

Взвешивание локомотивов и проверка развески. Это выполняют на специальных локомотивных весах, представляющих собой измерительный комплекс. При отсутствии таких весов можно произвести поколесное взвешивание на оборудованном в стойле депо измерительном устройстве. Оно монтируется на выверенном и отнелирированном рельсовом пути. На шейку рельсов наклеивают тензометрические датчики, которые через усилитель подключают к осциллографу. При передвижении локомотива с помощью маневровых средств в момент прохода колесной пары через место, где установлен тензодатчик, происходит деформация шейки рельса и на выходе соответствующего измерительного моста появляется сигнал, пропорциональный нагрузке на рельс. Этот сигнал регистрируется на светочувствительной бумаге осциллографа.

Организация опытных поездок. Прежде всего должны быть четко сформулированы цели и задачи испытаний. В соответствии с этим разрабатывают подробную программу, в которой излагают существо вопросов и способы решения поставленной задачи, устанавливают 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 динамометрический вагон соответствующими приборами.

Определяют состав группы работников для участия в подготовке, организации, проведении испытаний и обработке их результатов. Как правило, помимо штата динамометрического вагона, к проведению опытных поездок привлекают инженерно-технических работников локомотивных депо, включая членов локомотивных бригад, обладающих необходимой теоретической подготовкой, а также работников отделений и управлений железных дорог. Весьма полезно участие в

этой работе научных сотрудников институтов железнодорожного транспорта, что, как свидетельствует опыт ряда дорог, обеспечивает высокий уровень проведения испытаний, правильную интерпретацию полученных результатов и разработку ценных рекомендаций.

Перед началом работ руководитель испытаний распределяет обязанности между участниками. При этом учитывают квалификацию и способности каждого работника, а также возможность замены одного работника другим. Квалифицированного работника, знающего условия работы участка и особенности управления локомотивом, назначают наблюдателем на локомотив, обычно это машинист-инструктор. Он осуществляет связь руководителя испытаний с машинистом локомотива и контролирует выполнение машинистом заданного режима ведения поезда, перед отправлением поезда проверяет работу измерительных устройств на локомотиве и записывает показания счетчика электроэнергии на электровозе или замеряет количество топлива на тепловозе. Для работы с испытательным поездом выбирают наиболее опытных и квалифицированных машинистов и их помощников.

От состава группы, внимательности и четкости работы ее членов зависит качество проведения испытаний и достоверность полученных результатов. При подготовке к испытаниям руководитель знакомит каждого члена группы с его обязанностями, особенностями работы и требованиями техники безопасности. Намечают порядок работ по подготовке локомотива, монтажу измерительных цепей, организации самих испытаний, подбирают необходимые измерительные приборы. Локомотив, предназначенный для испытаний, соединяют с динамометрическим вагоном, устанавливают на нем необходимое измерительное оборудование (добавочные резисторы, измерительные шунты и т. д.), обеспечивают громкоговорящую связь динамометрического вагона с локомотивом.

После проверки и наладки оборудования приступают к проведению опытных поездов.

§ 41. ОПЫТНЫЕ ПОЕЗДКИ С ДИНАМОМЕТРИЧЕСКИМ ВАГОНОМ

При эксплуатационных испытаниях тягового подвижного состава информация о его работе оказывается более достоверной, поскольку она является результатом не только процессов, происходящих на локомотиве, но включает в себя многообразие эксплуатационных условий, множество случайных факторов, определяющих режимы работы локомотивов и эффективность тяги. Поэтому эксплуатационные испытания являются составной частью технической эксплуатации локомотивного парка, способом повышения его надежности и эффективности. Их проводят для корректировки результатов тяговых расчетов, изыскания резервов тяги и экономии топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов. На основе результатов испытаний

определяют критическую массу поездов, скорость движения и перегонное время хода, соответствие тягово-эксплуатационных свойств локомотивов условиям эксплуатации; устанавливают также режимы работы энергосиловых установок локомотивов, рациональные режимы вождения поездов, разрабатывают режимные карты.

Эксплуатационные испытания локомотивов состоят из отдельных этапов: планирования испытаний, выбора и подготовки измерительной техники, выбора опытного локомотива, производства испытаний, первичной обработки результатов, вторичной их обработки и анализа, подготовки выводов и рекомендаций.

Планирование испытаний включает в себя определение задач и целей испытаний, выбор типа испытания, определение порядка его проведения в виде программы и методики с указанием оценочных показателей и параметров, определение форм записи наблюдений и отчетности. В общем виде задачи и цели испытаний заключаются в исследовании технического состояния, поведения и свойств тягового подвижного состава в конкретных условиях эксплуатации, определении основных показателей его эксплуатационной надежности, изыскании резервов повышения эффективности работы.

Организация тягово-эксплуатационных испытаний начинается с составления плана работ, разработки программы и методики испытаний. В специально изданном приказе по дороге отражают общие вопросы, связанные с организацией и проведением опытных поездок, указывают цели и сроки испытаний, тяговые участки, серии локомотивов, вид поездов и массу опытных составов, скорости движения, схемы формирования опытных поездов и порядок их пропуска по участкам. Определяют места (номера километров перегонов) остановок для выполнения специальных измерений, пункты дополнительной экипировки, а также перечень операций, которые необходимо выполнить работникам депо и отделений по подготовке локомотива к испытаниям.

Программа и методика опытных поездок. Программа и методика дополняют и раскрывают план испытаний, конкретизируют порядок действий всех участников опытных поездок, способствуют получению данных для выявления наиболее выгодного варианта использования и работы локомотива. При составлении программы испытаний следует учитывать особенности конкретного участка, систему работы локомотивов и локомотивных бригад, наличие поворотных и экипировочных устройств в пунктах оборота, порядок технического обслуживания локомотива согласно установленным нормативам.

В программе опытных поездок указываются назначение, цель и время проведения испытаний, серия локомотива, категория поезда, проверяемые участки; устанавливаются сроки представления отчета по испытаниям, а также последовательность выполнения подготовительных работ, порядок выбора локомотива для испытаний.

Если опытные поездки предусматривают проверку нагрева обмоток электрических машин локомотива, необходимо планировать

остановки опытного поезда в конце затяжных подъемов, где ожидается максимальный нагрев, независимо от того, окажутся они на станции или на перегоне, но с учетом возможности трогания состава с места после остановки. Таких остановок на участке обычно бывает одна-две продолжительностью 3—5 мин каждая. Место остановки выбирают на основании тяговых расчетов либо анализа профиля пути и кривых тока электровоза или главного генератора тепловоза.

При разработке программы опытных поездок по проверке расчетных или действующих времен хода учитывают факторы, оказывающие влияние на время движения поезда. К ним обычно относят массу составов, допустимые скорости движения, режим движения поезда и порядок его пропуска по участку, атмосферные условия, а также характеристики локомотивов, зависящие от проката и диаметра бандажей колесных пар, которые в условиях эксплуатации могут иметь предельные значения. В программе указывают порядок пропуска поездов по участку и режим их ведения из условия реализации полной мощности локомотива с учетом выполнения действующих ограничений скорости. При таких поездках проверяют возможность выполнения расчетного времени на разгон и замедление поездов по станциям, определяют фактический удельный расход топлива и электроэнергии при выполнении предлагаемых времен хода, проверяют возможность выполнения заданных времен хода с поездами критической массы.

Программа опытных поездок по определению удельного расхода электроэнергии или топлива на тягу поездов предусматривает проверку их фактического расхода в основном с поездами массой, предусмотренной графиком движения, при действующих перегонных временах хода. В программу входит проверка теплотехнического состояния тепловоза или настройка схемы рекуперативного торможения электровоза с проверкой счетчиков энергии рекуперации; проведение испытаний с поездами, масса которых соответствует предусмотренной графиком, различными по роду груза и нагрузке от осей вагонов на рельсы; запись режимов вождения поездов по всем перегонам при каждой поездке и др.

Особое внимание уделяется планированию, подготовке и проведению испытаний, связанных с проверкой и определением критической нормы массы грузового поезда, поскольку от правильности ее установления зависит уровень выполнения графика движения поездов, сохранность локомотивов. Трогание состава расчетной массы на расчетном или скоростном подъеме не предусматривается. Опытные поездки проводят в период, когда на данном участке наиболее часто наблюдаются неблагоприятные условия по сцеплению колес с рельсами в виде дождя, снега, инея, росы, тумана и т. д.

Во время опытных поездок в динамометрическом вагоне в поездном журнале отмечают следующее: время отправления, прибытия и проследования по раздельным пунктам, температуру наружного воздуха, атмосферное давление, состояние погоды, наличие осадков,

скорость и направление ветра относительно движения поезда, расход песка за каждую поездку, места и причины снижения скорости (временно 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 результатов. Одновременно производятся записи на лентах динамометрического стола и регистрирующих приборов, записывают показания приборов, подключенных к соответствующим цепям локомотива для измерения тока, напряжения, мощности и т. д.

При опытных поездках, кроме токов и напряжений, на ленту динамометрического стола обязательно записывают силу тяги, скорость движения, позиции контроллера машиниста; отмечают переключение реле переходов и ослабление возбуждения тяговых двигателей, срабатывание реле боксования и включение песочниц, показания сигналов автоматической локомотивной сигнализации (АЛСН), наносят отметки времени, пути, прохождения осей станций.

Выбор опытного локомотива. Это важная часть подготовки к проведению эксплуатационных испытаний. Для того чтобы исследовать состояние, поведение и свойства тягового подвижного состава в конкретных условиях эксплуатации, испытывают один локомотив, а полученные результаты распространяют на все локомотивы, обслуживающие данный участок.

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. Выбранный для испытаний локомотив должен как можно более полно представлять весь парк, его состояние должно быть возможно более близким к среднему состоянию локомотивов в парке.

Поскольку по многим признакам провести такой выбор трудно, то, используя специальные приемы теории вероятностей и математической статистики, отбирают группу локомотивов по одному центральному признаку, например топливно-энергетической экономичности, а затем из этой группы выбирают один (иногда два) локомотива по нескольким основным признакам. В качестве основных используют показатели эксплуатационные и технического состояния локомотивов.

Локомотивы, выбираемые для испытаний, должны иметь прокат бандажей в пределах 2–3 мм, выбег от постройки не менее 100 тыс. км, пройти капитальный или текущий ТР-3 ремонт: расхождение характеристик их тяговых двигателей не должно превышать 4–5 %. У тепловоза, отобранного для испытаний, кроме того, расход дизельного масла должен быть не более 2 % расхода натурального топлива, пробег после очистки окон цилиндровых втулок – не более 10–12 тыс. км. Проверяют живые сечения выпускных и продувочных окон гильз, положение мертвых точек поршней, объем камеры сжатия, углы опережения подачи топлива, цилиндровую мощность, поршневые кольца, герметичность и производительность топливных насосов, плотность форсунок, отсутствие прогара днищ поршней и т. д. Опытный тепловоз подвергают контролю, регулировке и настройке в объеме текущего ремонта ТР-1 и реостатных испытаний.

Требования к техническому состоянию локомотивов, отобранных для испытаний по установлению критических масс составов, несколько отличаются от приведенных. Электровоз должен иметь пробег после текущего ремонта ТР-2 или ТР-3, равный 90–140 тыс. км, средний прокат бандажей до 5 мм, расхождение в характеристиках тяговых двигателей не более 10 %. Тепловоз должен характеризоваться средними эксплуатационными показателями по пробегу от постройки и расходу топлива, пробегом от текущего ремонта ТР-3 в пределах 100–130 тыс. км, прокатом бандажей колесных пар до 5 мм, расхождением характеристик тяговых двигателей при полном возбуждении не более 8 %.

Стационарные испытания. После того как локомотив для опытных поездок выбран и подготовлен, его подвергают стационарным испытаниям, цель которых – проверить техническое состояние локомотива, провести ряд вспомогательных измерений параметров локомотива и регулировок отдельных аппаратов для дальнейших испытаний.

Объем стационарных испытаний зависит от конкретных задач, вытекающих из программы тягово-эксплуатационных испытаний. После проверки технического состояния локомотива проводят его техническое обслуживание ТО-3. Затем собирают измерительные схемы и выполняют необходимые измерения. Обычно измеряют сопротивление обмоток тяговых двигателей и, если необходимо, пусковых резисторов, сопротивление изоляции силовых и вспомогательных цепей, проверяют и регулируют аппараты защиты, развертку групповых переключателей, последовательность и четкость срабатывания аппаратов и цепей сигнализации, расход воздуха, охлаждающего тяговые двигатели. При наличии устройства для поколесного взвешивания локомотива определяют вертикальные нагрузки от колесных пар на рельсы. Полученные значения параметров сравнивают с соответствующими номинальными данными. Если они превышают допустимые значения, устанавливают причины таких отклонений и устраняют их. В том случае, когда установить причины не удастся или на это

требуется много времени, для опытных поездок выбирают другой локомотив.

Если в опытных поездках предусматривается определение температуры обмоток тяговых электрических машин, при стационарных испытаниях измеряют электрическое сопротивление этих обмоток в холодном состоянии. Для этого локомотив оставляют от работы и выдерживают в депо с тем, чтобы температура обмоток сравнялась с температурой окружающего воздуха. Определяют также расход охлаждающего воздуха по каждому двигателю, с тем чтобы выявить двигатели, работающие в худших условиях по охлаждению. Тяговый двигатель, через который проходит меньше охлаждающего воздуха, будет при прочих равных условиях иметь большую температуру нагрева. Это учитывают при выборе двигателя для измерения температуры его обмоток в процессе опытных поездок. Расход охлаждающего воздуха определяют по статическому напору в коллекторной камере с помощью микроманометров. Для электровозов замеры производят при низкой и высокой частоте вращения вентиляторов, фиксируя напряжение, приложенное к двигателю вентилятора; для тепловозов интенсивность охлаждения тяговых двигателей проверяют при работе дизель-генераторной установки с наибольшей частотой вращения вала на расчетной позиции контроллера. На тепловозах с передачей переменного постоянного тока, кроме того, измеряют статический напор в воздухопроводе выпрямительной установки и определяют расход воздуха.

В процессе поосного взвешивания локомотива выявляют колесные пары, имеющие минимальные и максимальные нагрузки на рельсы, и это учитывают при проверке характеристик связанных с ними тяговых двигателей, распределении токов и температур обмоток, а также оценке склонности колесных пар к боксованию и анализе реализуемого коэффициента сцепления.

При стационарных испытаниях проводят лабораторный анализ песка и регулируют форсунки песочниц, определяют количество песка, подаваемого под каждую колесную пару.

Проводят измерения с помощью измерительного моста сопротивлений резисторов ослабления возбуждения, переходных и уравнивающих резисторов в цепях возбуждения генераторов. По результатам измерений определяют фактические коэффициенты ослабления возбуждения тяговых двигателей, сравнивают их друг с другом и с номинальными значениями. При обнаружении отклонений, превышающих допустимые, для того чтобы исключить значительную неравномерность в нагрузках тяговых двигателей, регулируют сопротивление шунтирующих резисторов.

Проверку и регулировку токов и напряжений срабатывания аппаратов защиты, реле боксования и рекуперации проводят на испытательных стендах в депо в соответствии с действующими инструкциями и нормативами.

По окончании монтажа измерительной схемы руководитель испы-

таний проверяет правильность соединений и надежность креплений измерительного оборудования на локомотиве и в динамометрическом вагоне. Затем замеряют сопротивление измерительных проводов и подготавливают измерительные цепи для проверки под напряжением. Перед подачей напряжения в измерительные цепи руководителя испытаний проводит инструктаж по технике безопасности всех работников, участвующих в испытаниях, знакомит их с измерительными цепями и оборудованием, обращает внимание на наиболее опасные места.

До подачи напряжения в измерительные цепи проверяют работу отметчиков динамометрического стола, сигнальных ламп и других цепей, связанных с цепями управления и сигнализации локомотива. Затем при отключенных измерительных приборах силовой цепи по команде руководителя испытаний подают в силовые цепи напряжение, поднимая токоприемник на электровазе или запустив дизель на тепловозе. После того как будут включены рубильники вольтметров силовых цепей на щитах динамометрического вагона, машинист по команде из вагона набирает несколько позиций контроллера, так чтобы ток не превышал половины номинального, а в вагоне поочередно включают рубильники амперметров. Аналогично подключают измерительные приборы цепей вспомогательных машин. При этом можно определить масштабы записей токов и напряжений регистрирующими приборами и осциллографом. Одновременно проверяют действие показывающих приборов.

Если при подаче напряжения в силовые цепи или включении тока обнаружатся неправильные показания приборов, включение приборов, которые не предусмотрены схемой, или появится запах перегретой изоляции в динамометрическом вагоне либо на локомотиве, а также в случае срабатывания защиты, проверку цепей немедленно прекращают до выяснения и устранения причин неисправностей.

На тепловозах после проверки измерительных цепей дизель-генераторную установку подвергают реостатным испытаниям. Во время этих испытаний осматривают и прослушивают все агрегаты силовой установки при работе с полной и частичной нагрузками, определяют тепловые параметры и мощность дизель-генераторной установки при максимальном давлении сгорания, снимают внешнюю характеристику главного генератора, а также измеряют температуру отработавших газов по цилиндрам.

При снятии внешних характеристик замеряют ток нагрузки и напряжение на зажимах главного генератора, ток и напряжение возбуждения главного генератора, ток в регулировочной обмотке возбуждения возбуждателя и частоту вращения вала дизель-генератора.

Особое внимание при настройке элементов электрических цепей тепловоза уделяют узлу или реле ограничения тока, реле автоматического включения и отключения ослабления возбуждения тяговых двигателей, устройству автоматического регулирования нагрузки,

поскольку от исправного действия этих устройств во многом зависят тяговые свойства тепловоза.

По дизелю особое внимание уделяют исправной работе регулятора частоты вращения и его электропневматического привода, регулятора предельной частоты вращения, проверке давления сжатия по цилиндрам, а также срабатыванию устройства автоматического отключения дизеля при наличии давления в картере вместо разряжения. С помощью топливомера определяют расход дизельного топлива на единицу электрической мощности дизель-генератора.

Результаты реостатных испытаний тепловозов, как и результаты проверок и регулировок защитной аппаратуры на стендах, а также других аппаратов и устройств локомотивов оформляют документально, указывая данные, необходимые для выполнения опытных поездок и обработки их результатов. Полученные результаты заносят в журнал испытаний.

Контрольно-наладочные поездки. Убедившись в нормальной работе локомотива, измерительной аппаратуры и электрических цепей на локомотиве и в динамометрическом вагоне, начинают контрольно-наладочные поездки с поездами. Такие поездки выполняют с составами, масса которых близка к нормативному значению, установленному на данном участке, или соответствует значению, определенному на основании тяговых расчетов. В начале поездки проверяют работу измерительных цепей и приборов, масштабы записи на ленте динамометрического стола. Затем находят распределение токов по параллельным цепям тяговых двигателей при полном или нормальном возбуждении и на всех ступенях ослабления возбуждения. На электровозах постоянного тока это делают при параллельном соединении тяговых двигателей.

В случае необходимости снимают внешние характеристики преобразователей на электровозах переменного тока. Для этого замеряют напряжение сети, выпрямленное напряжение и ток. На тепловозах оценивают также расхождение нагрузок (токов) главных генераторов разных секций, проверяют работу реле переходов и устройств автоматического регулирования мощности. Все работы выполняют за одну-две контрольно-наладочные поездки. За это время испытатели обычно успевают добиться четкой и устойчивой работы измерительных и регистрирующих приборов, по записям приборов и наблюдениям за движением поезда получить ясное представление о порядке выполнения последующих опытных поездок и о выполнении необходимых измерений в различных точках пути.

Большое значение для успешного проведения наладочных и опытных поездок имеет согласованность действий руководителя испытаний и машиниста испытываемого локомотива, их взаимопонимание, умелое сочетание теоретических знаний и опыта испытателей с полезной инициативой машиниста. Для улучшения такого контакта руководитель испытаний знакомит машинистов с результатами предыдущих поездок и их анализом, обращая внимание на достоинства и

недостатки режима ведения поезда. Перед каждой поездкой машинисту вручают карту или таблицу с разработанным режимом ведения поезда, ставя перед ним четкие задачи.

§ 42. ПРОВЕДЕНИЕ ОПЫТНЫХ ПОЕЗДОВ

Общие требования. Проведение опытных поездок начинают с поездом, масса которого близка к расчетному или нормативному значению. При этом возможно реализовать режим ведения поезда, сложившийся в практике работы. После анализа полученных в поездке результатов при необходимости в этот режим 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 трогании поезда с места, разгоне, на выбеге, при торможении. Это позволяет разрабатывать режимы, наиболее близкие к рациональным, с наименьшей затратой времени и средств.

Опытные поездки по определению расхода электроэнергии и топлива. Особое значение имеет выбор режима вождения поездов при проведении опытных поездок по определению расхода электроэнергии или топлива. В таких поездках 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 и т. д. Обычно опытные поездки проводят с поездами установленной массы по заранее выбраным ниткам графика.

При проведении таких испытаний с возможно большей точностью определяют расход энергии или топлива и времени хода не только по перегонам, но и по характерным участкам некоторых перегонов. Это необходимо для того, чтобы выявлять резервы в использовании топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов. На протяжении многих лет на железных дорогах изыскивают всевозможные меры экономии электроэнергии и топлива, распространяют опыт многих поколений локомотивных бригад по достижению этой цели. Очень сложно находить еще не использованные возможности, особенно за счет совершенствования режима ведения поездов.

Предварительные режимы движения поезда в первых опытных поездках намечают на основании анализа и выбора лучших по расходу электроэнергии или топлива поездок, предшествующих испытаниям. В первых опытных поездках реализуют такие режимы, записывая скорость движения, силу тяги, позиции контроллера и ступени ослабления возбуждения тяговых двигателей. По ним определяют режим

ведения поезда, соответствующий предварительно выбранным режимам.

Анализируя результаты первых опытных поездок по расходу электроэнергии или топлива, сравнивают их с соответствующими данными эксплуатации и выясняют возможные пути совершенствования режимов вождения с целью уменьшения этих расходов. Для анализа используют заранее подготовленные зависимости составляющих расхода энергии или топлива от скорости движения, полученные для конкретных условий проводимых опытных поездок. При анализе вначале рассматривают возможность снижения потерь электроэнергии или топлива в тормозах путем уменьшения скоростей входа на вредные спуски и в момент начала торможения перед станциями и предупреждениями, а также увеличения скорости при выходе с вредного спуска. Снижения скоростей движения на определенных элементах профиля пути вызывают увеличение времени хода и могут быть в большинстве случаев компенсированы движением на более высоких скоростях по другим частям участка. Такую компенсацию времени хода при уточнении режимов вождения можно определить способом установившихся скоростей, используя для расчетов режим ведения поезда в первых опытных поездках, тяговые характеристики локомотива и приведенный профиль участка.

При анализе режимов выясняют, можно ли получить более высокую скорость при входе на подъем, используя высокие позиции контроллера. Накопление перед подъемом и последующее использование кинетической энергии поезда при следовании по нему позволяют снизить расход электрической энергии и топлива.

При работе на перегонах с равнинным профилем рассматривают возможности уменьшения неравномерности скоростей движения и приближения их к средним. Из анализа лент регистрирующих приборов с записью токов при пуске выясняют возможности повышения интенсивности разгона поезда. Это особенно важно при частых остановках поездов.

При тепловозной тяге обращают 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.

Для построения диаграммы расхода топлива (рис. 47) сначала находят установившиеся скорости движения поезда при различных позициях контроллера машиниста и разных элементах приведенного профиля пути. Установившейся скорости соответствует равенство силы

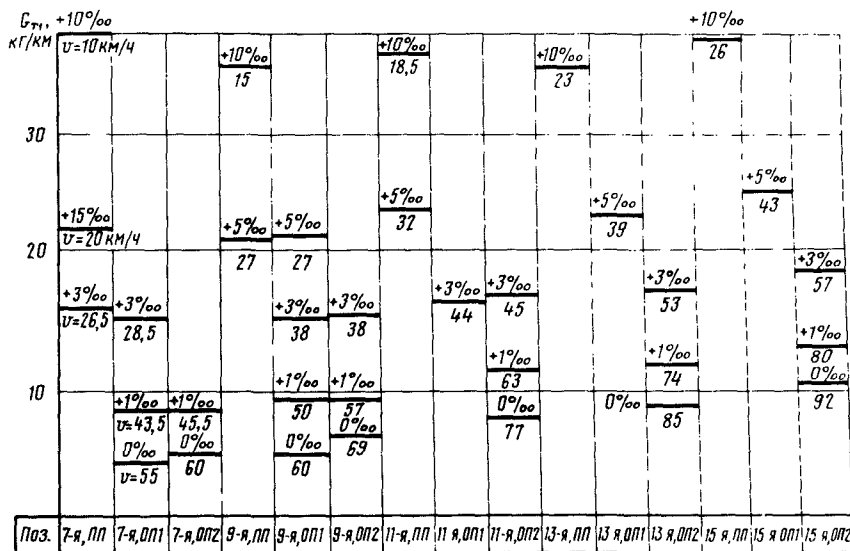


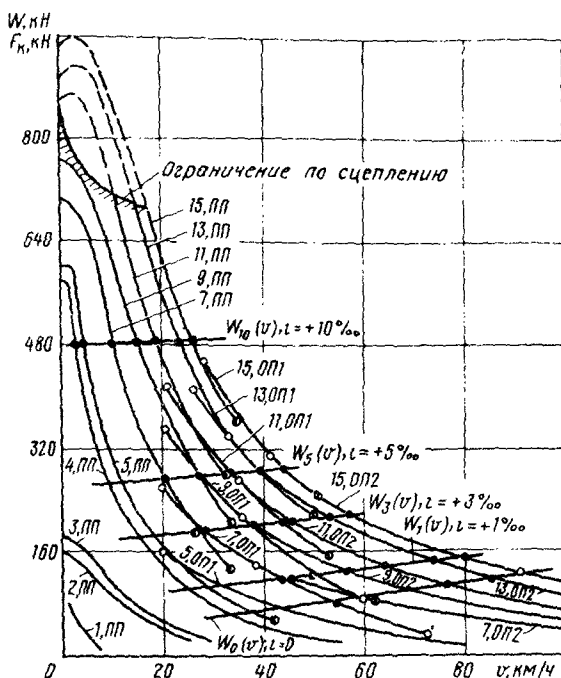
Рис. 47. Диаграмма расхода топлива, отнесенного к 1 км пути, тепловозом 2ТЭ10Л при различных положениях рукоятки контроллера машиниста и уклонах профиля пути

тяги и силы полного сопротивления движению. Для их определения на тяговую характеристику $F_K(v)$ наносят зависимости силы полного сопротивления движению от скорости движения (рис. 48), 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.

Такой подход применяется в случае электрической тяги при построении диаграммы удельного расхода электроэнергии (рис. 49 и 50). Для каждого из рассматриваемых уклонов за 100 % принят удельный расход энергии при наименьшей скорости движения, соответствующей полному возбуждению тяговых двигателей. Переход на высшие ступени регулирования возбуждения сопровождается повышением скорости и увеличением удельного расхода энергии. Это происходит, несмотря на повышение КПД электровоза, так как увеличение основного сопротивления движению оказывает на расход электроэнергии большее влияние. Однако повышение КПД электровоза все же заметно ограничивает увеличение удельного расхода энергии.

В случае использования рекуперативного торможения скорость

Рис. 48. Совмещение тяговых характеристик тепловоза 2ТЭ10Л и зависимостей $W(v)$ для нахождения установившихся скоростей движения поездов



$\rho, \frac{\text{Вт}\cdot\text{ч}}{\text{т}\cdot\text{км}}$	20,4	20,5	$l=+5\text{‰}$ 20,8	21,0	21,25
20	100%	100,5%	102%	103%	104%
18	$v=46\text{ км/ч}$	49,5	54,0	58,4	62,3
16			$l=+3\text{‰}$ 15,0	15,5	16,3
14	14,6	14,75		106%	111,6%
12	100%	101,3%	102,7%	106%	108,0
10	$v=30\text{ км/ч}$	54,0	58,0	64,0	68,0
8			$l=+1\text{‰}$ 9,87	10,38	10,90
6	9,35	9,58		111,0%	116,6%
4	100%	102,5%	105,5%	111,0%	116,6%
2	$v=57\text{ км/ч}$	61,5	67,5	73,0	80,0
0	ПП	ОП1	ОП2	ОП3	ОП4

Рис. 49. Диаграмма удельного расхода электроэнергии электровозом ВЛ8 с грузовым поездом при установившейся скорости движения на различных уклонах профиля пути при разной степени возбуждения тяговых двигателей на параллельном соединении

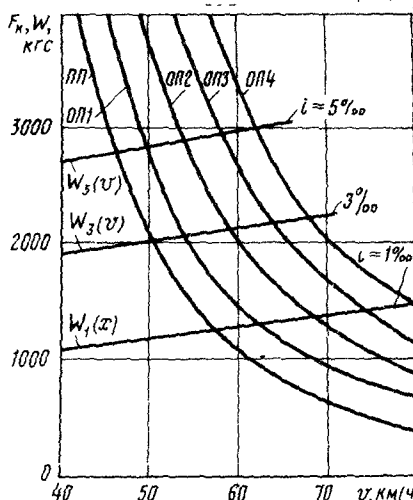


Рис. 50. Совмещение тяговых характеристик электровоза ВЛ8 и зависимостей $W(v)$ для нахождения установившихся скоростей движения поездов

подхода к вредным спускам может быть выше, чем при механическом **торможении**, а скорость движения по такому спуску должна быть **близка** к максимальной допустимой по условиям безопасности движения или по потенциальным условиям на коллекторах тяговых двигателей. Если по условиям движения поезда после вредного спуска не требуется снижать скорость, то при выходе поезда с него она должна быть равна наибольшей допустимой. Не имеет смысла увеличивать энергию рекуперации, повышая тормозную силу, более продолжительно используя рекуперативное торможение, и подходить к концу вредного спуска со скоростью ниже допустимой, так как при этом общий расход энергии будет несколько большим.

На основании такого анализа результатов первых опытных поездок вносят изменения в режимы вождения поездов, составляют карту или таблицу нового режима, при котором ниже расход электроэнергии или топлива, и начинают новый цикл опытных поездок. Результаты каждой опытной поездки анализируют и вводят коррективы в режимы ведения поезда. Опытные поездки повторяют до тех пор, пока не убедятся, что дальнейшее совершенствование режимов практически не дает сокращения расхода топливно-энергетических ресурсов. Результаты испытаний используют при обучении машинистов рациональным режимам вождения поездов. Особенно эффективно проведение отдельных поездок с машинистами, допускающими перерасход электроэнергии или топлива. Во время таких поездок обращают внимание машинистов на недостатки реализуемого ими режима ведения поезда и особенности рекомендуемого режима. Результаты опытных поездок и данные, относящиеся к рекомендуемым и нерациональным режимам ведения поездов, используют в депо для разработки режимных карт и обучения локомотивных бригад.

Опытные поездки по проверке перегонных времен хода. Как известно, график движения поездов разрабатывают на основании перегонных времен хода, полученных по результатам тяговых расчетов с некоторой их корректировкой. При опытных поездках проверяют возможность выполнения расчетного и графического времен хода по перегону с учетом факторов, влияющих на них. К таким факторам относятся масса поезда, характеристики локомотива, напряжение в контактной сети и режим ведения поезда.

Поскольку время хода по большинству перегонов зависит от категории и массы поезда, опытные поездки проводят с поездами, масса которых соответствует установленной норме. При этом необходимо учитывать среднюю нагрузку от оси вагона на рельсы, характер основного груза поезда (наливной, рудный, угольный и др.), расход топлива или электрической энергии. Во время опытной поездки, помимо времени проследования станций, фиксируют скорость движения, силу тяги, режимы ведения поезда, подачу песка, напряжение на токоприемнике электровоза, ток главного генератора тепловоза.

Для более точного определения времени на разгон и замедление

поезда, помимо безостановочного пропуска, желательно провести опытную поездку с остановкой поезда на отдельных пунктах. Чтобы можно было сопоставить результаты опытных поездок при пропуске поездов без остановок и с остановками, режимы их ведения и средние нагрузки от оси вагона на рельсы должны быть практически одинаковы.

На участках с интенсивным движением пассажирских поездов условия пропуска грузовых составов могут резко изменяться в различные периоды суток. Особое значение это имеет для электрической тяги, поскольку на скорость движения электровозов под током (при прочих равных условиях) влияет уровень напряжения в контактной сети, который зависит от нагрузок на фидерной зоне и расстояния от тяговой подстанции.

У тепловозов при необходимости проверяют работоспособность холодильника, оценивают достаточность охлаждающей способности при высокой температуре охлаждающего воздуха, а также возможность поддержания оптимального температурного режима воды и масла дизеля при низких температурах наружного воздуха. При этом дополнительно фиксируют температуру воды и масла до и после холодильника, температуру воздуха в шахте холодильника, напряжение главного генератора, частоту вращения коленчатого вала дизеля, давление масла, температуру отработавших газов, положение регулирующих органов холодильников и работу вентиляторов. Такие проверки проводят также при опытных поездках по оценке норм массы поездов и определению рациональных режимов их вождения.

Корректируя время хода, следует иметь в виду, что даже незначительное сокращение его на перегоне с подъемом, ограничивающим массу поезда по нагреванию обмоток электрических машин, может привести к превышению температуры их нагрева сверх допустимой. В связи с этим, рассматривая предложения по снижению времени хода, следует учитывать данные о нагревании электрических машин, полученные либо при опытных поездках, либо на основании расчетов. Предложения по корректировке времени хода могут оказать существенное влияние на расход электрической энергии и топлива, особенно на перегонах, где имеются вредные уклоны. Поэтому оценивать такие предложения необходимо с учетом удельного расхода топливно-энергетических ресурсов при уменьшенном времени хода.

Опытные поездки по оценке использования сцепного веса локомотива. В этих поездках степень использования сцепного веса определяют путем проверки масс поездов по условиям сцепления колес с рельсами. При этом находят коэффициент сцепления на конкретных элементах профиля пути. Как известно, расчетный коэффициент сцепления является некоторой средней величиной, используемой для различных расчетов, и не отражает характерных особенностей отдельного локомотива или участка. Определение при опытных поездках реализуемого коэффициента сцепления позволяет установить обоснованные нормы массы поезда с учетом климатических особенностей,

характера профиля и плана пути, метеорологических условий, наличия и характера поверхностных загрязнений рельсов, индивидуальных особенностей локомотива и других факторов, влияющих на сцепление колес с рельсами.

В процессе опытных поездок регистрируют силу тяги, ток тяговых двигателей, скорость движения поезда, температуру наружного воздуха, атмосферное давление, оценивают метеорологические условия, состояние пути и поверхностное загрязнение рельсов, выявляют места возникновения боксования. Коэффициент сцепления определяют по максимальному значению силы тяги, предшествующему срыву сцепления. Срыв сцепления и начало боксования какой-либо колесной пары лучше всего обнаруживают специальными датчиками, устанавливаемыми на колесные пары испытуемого локомотива. Если таких датчиков нет, то это можно обнаружить по характерному снижению линии силы тяги на ленте динамометрического стола (рис. 51), по записи тока тяговых двигателей или по колебаниям стрелки амперметров, измеряющих ток тяговых двигателей. Резкие снижения силы тяги, отмеченные галочками на рис. 51, соответствуют срывам сцепления и боксованию колесных пар. Аналогичные снижения тока также характеризуют потерю сцепления колес с рельсами.

Рассчитывая коэффициент сцепления по силе тяги, определенной с помощью динамометра, принимают в расчет только те значения силы тяги, которые получены при установившейся скорости движения, так как показания динамометра, полученные при движении поезда с ускорением или замедлением, учитывают и инерционные силы.

При расчете коэффициента сцепления по току тяговых двигателей используют показания амперметров, запись самопишущего прибора либо осциллографа. В этом случае силу тяги локомотива определяют по электротяговой характеристике $F_K(I)$, пересчитанной с учетом фактического диаметра бандажей, для значений тока, непосредственно предшествовавших срыву сцепления. При наличии осциллографа

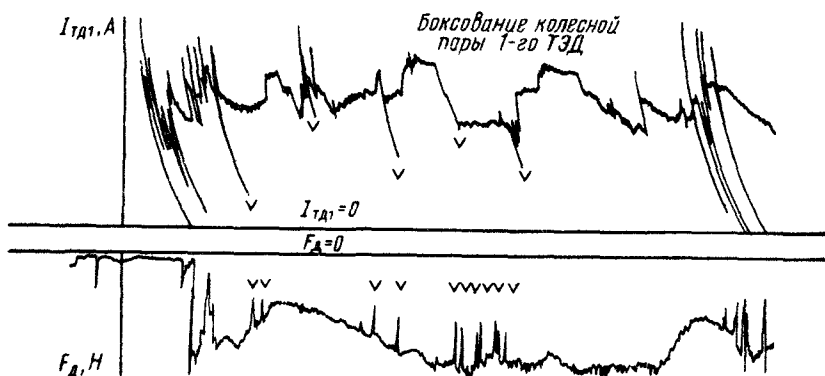


Рис. 51. Запись кривых силы тяги и тока тепловоза на ленте динамометрического стола

возможно записать ток всех групп двигателей, напряжение контактной сети и скорости движения на одну ленту. Это обеспечивает высокую точность и удобство обработки результатов. Как видно из рис. 52, а, при возникновении боксования 1-го тягового двигателя токи главного генератора и тягового двигателя снижаются, а ток главного генератора секции II остается неизменным. При срыве сцепления и боксовании колесных пар секций I и II снижаются токи обоих главных генераторов (рис. 52, б).

Если локомотив в случае применения песка не реализует расчетного коэффициента сцепления, необходимо установить причины этого и по возможности устранить их. При этом обращают внимание на склонность отдельных колесных пар к боксованию. Повышенная склонность к боксованию может быть вызвана рядом причин, и прежде всего неравномерным распределением тока между тяговыми двигателями или отклонениями в нагрузках отдельных колесных пар на рельсы.

Если же при установленной массе поезда реализуемый коэффициент превышает расчетные значения, опытные поездки повторяют с несколькими локомотивами в разное время года при характерных для данного участка метеорологических условиях.

Опытные поездки по проверке нагревания обмоток тяговых электрических машин. При проведении таких поездок важно правильно выбрать тяговый двигатель для замеров температуры обмоток. Выбор осуществляют на основании данных о распределении токов и охлаждающего воздуха по тяговым двигателям или группам двигателей. Обычно выбирают двигатели, находящиеся в наиболее тяжелых условиях эксплуатации, т. е. с наибольшей тяговой нагрузкой и худшей вентиляцией.

Для проверки температур нагрева обмоток при используемых методах измерений необходимо остановить поезд; на измерения требуется около 5 мин. Чтобы проверить нагревание главного генератора тепловоза, останавливать поезд не требуется, однако дизель необходимо заглушить. Место остановок для замеров выбирают на основании тяговых расчетов, анализа профиля пути и кривых токов,

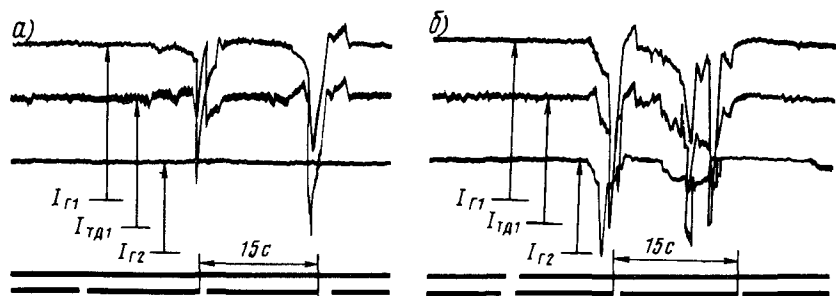


Рис. 52. Осциллограмма токов тепловоза

полученных при предварительных поездках; обычно оно находится в конце затяжных подъемов независимо от того, расположены они на станции или перегоне. Останавливают поезд с таким расчетом, чтобы было обеспечено последующее взятие его с места.

О степени нагрева обмоток электрических машин судят по изменению их сопротивления. Наибольшее распространение получил компенсационный метод измерения сопротивления и метод вольтметра-амперметра.

Если температура обмоток тяговых электрических машин локомотивов при испытаниях близка к допустимой, следует повторить поездки с поездами той же массы, сохранив режимы ведения поезда. Число повторных поездок зависит от сходимости результатов. При меньших температурах для выявления резервов по нагреву электрических машин проводят опытные поездки с поездами большей массы. Если же превышение температур обмоток выше допустимого, меняют режим ведения поезда, проверяют нагрев электрических машин при движении на более низких ступенях ослабления возбуждения, вплоть до перехода на полное и нормальное возбуждение, а также при увеличении продолжительности работы мотор-вентиляторов на высокой частоте вращения, если на участке частично используют низкую частоту.

Опытные поездки по определению критической массы поезда. Критической массой грузового поезда называют наибольшую возможную его массу по тяговым свойствам локомотива, установленную для конкретного участка и периода эксплуатации по условиям сцепления колес с рельсами или по нагреванию тяговых электрических машин. Исходной для испытаний является расчетная масса состава, определенная в соответствии с ПТР. Опытные поездки проводят на участках обращения локомотива; критическую массу определяют по каждому участку работы локомотивных бригад. Для испытаний выбирают период, когда на данном участке наиболее часто возникают характерные для него неблагоприятные условия сцепления колес с рельсами: дождь, снег, туман, иней, мороз, роса и т. д. При этом на расчетном подъеме ограничение скорости движения не должно быть ниже расчетного; на путях, предшествующих скоростным подъемам, не должно вводиться ограничение скорости до уровня, при котором труднейший подъем не может быть пройден из-за низкого запаса кинетической энергии со скоростями, которые допускаются ПТР, а также при особо неблагоприятных метеорологических условиях, проявляющихся в образовании гололеда на рельсах и значительном увеличении сопротивления движению из-за сильного ветра, бурана. Там, где условия сцепления колес с рельсами и температура обмоток тяговых электрических машин значительно различаются в зависимости от времени года, критическую массу поезда определяют раздельно для летнего и зимнего периодов.

На наиболее тяжелых участках для обнаружения боксования колесных пар на электровозах постоянного тока и двойного питания

снимают осциллограммы токов всех параллельных цепей и суммарных токов тяговых двигателей, на электровозах переменного тока – токов тяговых двигателей каждой тележки и двигателей, контролируемых по нагреву, на тепловозах – токов генераторов и двух двигателей (обычно 1-го и 4-го по ходу движения) обеих секций. При испытании тепловозов на тяжелых подъемах измеряют также токи и напряжения генераторов.

Если электровоз реализует силу тяги на границе сцепления, допускаются периодические пробуксовки колесных пар с кратковременным снижением тока тяговых двигателей, ликвидируемым импульсной подачей песка без перемещения рукоятки контроллера на низшие позиции для прекращения буксования. Фактическая скорость движения поезда при этом не должна быть меньше расчетной, умноженной на отношение фактического напряжения контактной сети к номинальному. Если это условие не выполняется, массу поезда считают завышенной.

Для определения критической массы поезда при тепловозной тяге оценивают скорость движения поезда на расчетном и скоростных подъемах при реализации расчетных режимов и удовлетворительном сцеплении колес с рельсами. При работе на расчетной позиции контроллера машиниста и реализации мощности по главному генератору, соответствующей или превышающей мощность при данных атмосферных условиях, установившаяся скорость движения на расчетном подъеме не должна становиться ниже расчетной или выходить за пределы, указанные в Правилах тяговых расчетов.

Удовлетворительным сцеплением колес с рельсами при движении по расчетному подъему поезда критической массы считают отсутствие буксования или периодически возникающие пробуксовки, не вызывающие снижения скорости движения по сравнению с установившейся до буксования, при одиночных срабатываниях реле буксования. Разносное буксование колесных пар, срабатывание реле переходов, вызванное изменением тока и напряжения главного генератора при буксовании колесных пар, или срабатывание устройств прекращения буксования свидетельствуют о завышении критической массы поезда.

В опытных поездках по определению критической массы поезда проверяют также нагрев тяговых электрических машин для возможной корректировки критической массы или выработки режима ведения поезда установленной массы. Критическую массу состава по нагреванию определяют по результатам испытаний как в летних, так и в зимних условиях, учитывая в последнем случае наличие устройств снегозащиты.

При анализе результатов опытных поездок сравнивают опытные и расчетные значения коэффициента сцепления и находят причины отклонений. Определяют коэффициент сцепления в случае применения песка, максимальную силу тяги, развиваемую на расчетном подъеме при заданной массе поезда, массу поезда, при которой исполь-

зуется расчетная сила тяги по сцеплению. По результатам опытных поездок разрабатывают рекомендации по повышению коэффициента сцепления и изменению режима ведения поезда для создания запаса кинетической энергии при входе поезда на подъемы.

Использование результатов опытных поездок. Любые тягово-эксплуатационные испытания независимо от их направленности (проверка норм массы поезда по условиям сцепления колес с рельсами или нагревания электрических машин, проверка перегонных времен хода и др.) должны завершаться разработкой предложений по рациональным режимам вождения поездов. Эти рекомендации необходимо использовать в локомотивных депо для обучения и инструктажа локомотивных бригад. Заключение по результатам опытных поездок может также включать следующие рекомендации по улучшению использования мощности локомотивов: изменение пунктов обгона грузовых поездов пассажирскими, перенос мест скрещения поездов на однопутных участках, изменение допустимых скоростей на отдельных элементах пути, расположенных перед подъемами, а также на вредных спусках, повышение уровня напряжения на шинах тяговых подстанций, питающих участки с затяжными подъемами и т. д.

Результаты любых тягово-эксплуатационных испытаний должны быть обсуждены при широком участии локомотивных бригад и инженерно-технических работников. Это является залогом успешного внедрения в практику разработанных рекомендаций.

§ 43. ОПЫТНЫЕ ПОЕЗДКИ БЕЗ ДИНАМОМЕТРИЧЕСКОГО ВАГОНА

Очень часто отсутствие динамометрического вагона становится препятствием для проведения тягово-эксплуатационных испытаний.

Необходимость проведения опытных поездок достаточно часто возникает на отделениях дорог и в локомотивных депо, где нет динамометрического вагона и опытные поездки проводят без него.

Опытные поездки с электровозами или тепловозами без динамометрического вагона обычно необходимы для проверки времени хода по перегонам, расхода электроэнергии или топлива, режимов ведения поезда, для уточнения режимных карт при их разработке или корректировке. Для проведения таких опытных поездок на локомотиве монтируют дополнительное измерительное оборудование.

Без динамометрического вагона в принципе возможно проводить и более сложные опытные поездки, например для проверки нагревания тяговых электрических машин локомотива, оценки сцепления колес с рельсами и т. п. При подготовке и проведении опытных поездок без динамометрического вагона особое внимание уделяют безопасности обслуживания временно установленного измерительного оборудования.

Опытные поездки с моторвагонным подвижным составом. Тягово-эксплуатационные испытания электро- и дизель-поездов проводят также без динамометрического вагона. Ведь при моторвагонной тяге в отличие от локомотивной сила тяги распределена по составу. Кроме того, динамометрический вагон, поставленный в состав дизель- или электропоезда, существенно изменил бы его массу и сопротивление движению, что исказило бы результаты испытаний и потребовало бы их корректировки, усложнило обработку опытных данных. С другой стороны, в моторных вагонах электро- и дизель-поездов возможно разместить измерительные приборы, закрыв выбранный вагон на период испытаний для пассажиров или отгородив часть пассажирского салона временной перегородкой.

Для того чтобы результаты испытаний 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 его показатели должны быть близки к средним по депо, как и результаты расхода электроэнергии или дизельного топлива.

Необходимо до начала опытных поездок определить рациональный режим ведения поезда и в ходе опытных поездок уточнить его с учетом особенностей моторвагонной тяги. Как известно, 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.

Испытания электро- и дизель-поездов, как показывает опыт работы дорог, проводят для проверки времени хода по перегонам, оценки расхода электроэнергии или топлива и определения режимов вождения, обеспечивающих их рациональное использование. Реже проводят испытания для проверки сцепления колес с рельсами и определения путей предотвращения боксования. Необходимость в таких испытаниях возникает на участках с особо загрязненными рельсами, например в местах обращения наливных поездов и поездов, перевозящих торф, где наблюдаются значительное ухудшение сцепления колес с рельсами и массовые боксования колесных пар.

При проведении таких поездок для проверки расхода электроэнергии или топлива и определения возможностей его сокращения режимы вождения выбирают на основании тяговых расчетов или данных эксплуатации о расходе электроэнергии или топлива.

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. 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. При испытании дизель-поездов регистрируют расход топлива. Для всех электро- и дизель-поездов на всем протяжении рейса записывают скорость движения.

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.

В зависимости от задач опытных поездок определяют полный расход электроэнергии электропоездом, т. е. расход на тягу и питание цепей отопления, освещения и вспомогательных машин поезда, или расход энергии только на тягу. Если задача испытаний состоит в проверке и выборе наиболее экономичного режима ведения поезда, определяют расход энергии 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. 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.

Если достаточно приближенного сравнения расходов электроэнергии при различных режимах ведения поезда, то ограничиваются определением расхода энергии, потребляемой от тягового трансформатора выпрямительной установкой или тяговыми двигателями, регистрируя соответствующую активную мощность. В этом случае не будут учтены потери энергии в тяговом трансформаторе.

В случае когда определяют расход электроэнергии только на тягу поездов, распределение активного тока между моторными вагонами электропоезда переменного тока регистрируют при отключенных цепях отопления и освещения поезда. При оценке распределения тока в предварительной поездке в каждом моторном вагоне находятся по два наблюдателя — один снимает показания показывающего амперметра, другой делает отметки на ленте регистрирующего амперметра об отсчетах — и записывают соответствующие им показания прибора.

Измерения во всех моторных вагонах проводят одновременно по команде руководителя испытаний, передаваемой по внутрипоездной оповестительной радиосвязи. Распределение токов оценивают для каждого направления движения электропоезда. На основании обработки опытных данных находят средневзвешенное значение тока моторного вагона. Используя соотношение между этим значением тока и фактически измеренным током одного моторного вагона, определяют расход электроэнергии поездом в зависимости от расхода энергии моторным вагоном, выбранным для измерений. 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.

Как известно, при прочих равных условиях расход электроэнергии или топлива пригородными поездами зависит от ускорения при пуске, скорости начала торможения и замедления при остановке. В каждой опытной поездке обращают особое внимание на эти показатели, выясняют возможности снижения скорости к моменту начала торможения при выполнении заданного времени хода между остановочными пунктами.

Опытные поездки без динамометрического вагона при локомотивной тяге. Как правило, такие поездки проводят для определения расхода электроэнергии или топлива и проверки условий сцепления колес локомотивов с рельсами.

Важным условием высокой достоверности результатов испытаний является правильный выбор локомотива для опытных поездок. Требования, определяющие его выбор, не отличаются от тех, которые предъявляются при выборе локомотива для опытных поездок с динамометрическим вагоном. То же самое относится к выбору первоначального режима ведения поезда и управления локомотивом, а также к подготовке плана и программы испытаний. Для проверки расхода электроэнергии или топлива при опытных поездках на электровозы устанавливают специально проверенные счетчики электроэнергии, а на тепловозы — топливомеры.

Режим ведения поезда регистрируют либо наблюдатели, либо для этого применяют специально подготовленный скоростемер СЛ-2М, электромагнитные реле которого, предназначенные для регистрации показаний автоматической локомотивной сигнализации, используют для автоматической записи на ленту соединения тяговых двигателей и ступеней ослабления возбуждения тяговых двигателей.

Во время опытных поездок наблюдатель записывает по приборам локомотива ток одной параллельной группы тяговых двигателей, напряжение на токоприемнике или на двигателях и отмечает позиции контроллера. Обычно такие записи делают на каждом километре пути, а на наиболее трудных участках — чаще (две-три записи на 1 км).

Показания счетчиков электроэнергии или топливомеров снимают по перегонам и в характерных точках пути, к которым относят оконча-

ние пуска локомотива, начало и конец проследования крутых подъемов. При движении поезда ведут точный учет времени хода как по перегонам, так и по характерным участкам пути. Результаты каждой опытной поездки анализируют, выявляя возможности и пути дальнейшего совершенствования режима ведения поезда.

Опытные поездки по проверке условий сцепления колес с рельсами. Обычно их проводят на участках, где установленная норма массы поезда соответствует расчетной по сцеплению, с целью проверки, обобщения и распространения среди машинистов сведений о лучших режимах ведения поезда и приемах управления локомотивом на перегонах с лимитирующим подъемом. Перед такими поездками проверяют и, если необходимо, регулируют реле боксования и аппараты защиты. Один из регистрирующих скоростемеров приспособливают для фиксации режимов работы локомотива.

Силу тяги локомотива определяют по электротяговым характеристикам двигателей. С этой целью регистрируют общий ток тяговых двигателей или отдельных групп. На электровозах постоянного тока для его измерения устанавливают шунт или используют шунт счетчика электроэнергии. На электровозах переменного тока измерить общий ток двигателей, применяя один измерительный шунт, невозможно. Поэтому на шестиосных электровозах переменного тока приходится устанавливать два, а на восьмиосных — четыре измерительных шунта, включаемых в общую цепь тока соответственно трех или двух тяговых двигателей, например последовательно со сглаживающими реакторами. К этим шунтам присоединяют регистрирующие приборы, устанавливаемые в нерабочей кабине локомотива. Для включения и отключения приборов в кабине монтируют щитки с рубильниками закрытого типа. На регистрирующих приборах монтируют электромагнитные отметчики пути, питание к которым подводят через кнопку, установленную отдельно от приборов и соединенную с отметчиками проводами.

Боксование колесных пар оценивают по числу и продолжительности включений реле боксования. Для этого на локомотиве устанавливают электромагнитный счетчик числа включений реле боксования и счетчик времени включения реле боксования — электрический секундомер. Если достаточно ограничиться приближенной оценкой боксования колесных пар, можно применять счетчики одного типа, т. е. счетчики электрических импульсов или электрические секундомеры.

В таком случае при опытных поездках с электровозами постоянного тока используют электрические секундомеры, а при поездках с электровозами переменного тока, на которых предусмотрено принудительное отключение реле боксования через определенные промежутки времени, применяют счетчики электрических импульсов.

Для оценки качества управления песочницами и выявления эффективности подачи песка под колесные пары устанавливают под

рукоятку пневматического вентиля песочницы электрический датчик ее включений, который замыкает свои контакты в момент нажатия на рукоятку.

Расход песка оценивают по изменению его уровня в бункерах локомотива. Для этого на все песочные бункеры локомотива наносят отметки высоты, обычно через 5 см. Подготовку локомотива к опытным поездкам заканчивают выполнением проверки и регулировки подачи песка.

Во время опытных поездок измерительные приборы включают только на лимитирующих подъемах. Во время движения по лимитирующему подъему на ленту регистрирующего прибора наносятся отметки о включении пневматического вентиля песочниц, о работе системы импульсной подачи песка, а также о срабатывании реле боксования.

При выборе и оценке режима ведения поезда особое внимание обращают на использование его кинетической энергии, использование легких элементов профиля пути, расположенных между более трудными, для повышения запаса кинетической энергии поезда, на управление песочницами и приемы восстановления сцепления в случае возникновения боксования.

По ленте с записью тока определяют средний ток двигателя, на основании среднего тока по электротяговым характеристикам — реализованную силу тяги локомотива и сравнивают ее с расчетным ограничением по сцеплению. При оценке результатов учитывают погоду и состояние поверхностей катания рельсов. Сравнивают результаты только тех опытных поездок, которые были проведены в достаточно близких условиях.

Для оценки и сравнения режимов ведения поезда и управления локомотивом, использованных в различных опытных поездках, в качестве критериев учитывают следующее: выполнение установленного времени хода по лимитирующим перегонам; устойчиво реализуемую силу тяги на лимитирующих подъемах; частоту возникновения и общую продолжительность боксования колесных пар локомотива; качество управления песочницами и расход песка; накопление и использование кинетической энергии локомотива. При оценке результатов опытных поездок учитывают также расход электроэнергии или топлива.

Обязательным требованием при подготовке и проведении опытных поездок является строгое соблюдение правил и инструкций по технике безопасности. Для этого необходимо использовать только исправные, прошедшие проверку измерительные приборы и соединительные провода с исправной изоляцией.

Включать измерительные приборы в электрические цепи локомотивов следует в допустимых по условиям электробезопасности местах с таким расчетом, чтобы их потенциал относительно земли был наименьшим.

Провода к измерительным приборам необходимо прокладывать таким образом, чтобы исключить прикосновение к ним людей. Особенно тщательно изолируют концы проводов, которые отсоединены временно. Металлические корпуса приборов необходимо надежно заземлить.

В некоторых аварийных случаях измерительные приборы, нормально работающие под небольшим потенциалом относительно земли и связанные, например, с шунтами, включенными в силовую цепь локомотива, могут оказаться под высоким напряжением. Поэтому все приборы и провода, электрически связанные с силовой цепью локомотива, следует считать высоковольтными. Нельзя также допускать снятия ограждений, щитов и других защитных приспособлений. Все участники опытных поездок должны пройти инструктаж по технике безопасности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабичков А. М., Егорченко В. Ф. Тяга поездов. М.: Трансжелдориздат, 1947. 407 с.
2. Гребенюк П. Т., Долганов А. Н., Скворцова А. И. Тяговые расчеты. Справочник. М.: Транспорт, 1987. 271 с.
3. Деев В. В., Ильин Г. И., Афонин Г. С. Тяга поездов. М.: Транспорт, 1987. 264 с.
4. Завьялов Г. Н. Управление тормозами и обслуживание их в поездах. М.: Транспорт, 1980. 247 с.
5. Инструкция по нормированию расхода электрической энергии и топлива тепловозами на тягу поездов. ЦТ/2564. М.: Транспорт, 1968. 48 с.
6. Инструкция по организации обращения грузовых поездов повышенного веса и длины. ЦД-ЦТ/4485. М.: Транспорт, 1988. 24 с.
7. Инструкция по эксплуатации тормозов подвижного состава железных дорог. ЦТ-ЦВ-ВНИИЖТ/4440. М.: Транспорт, 1988. 159 с.
8. Костюковский М. А. Управление электропоездом и его обслуживание. М.: Транспорт, 1987. 256 с.
9. Крылов В. И., Крылов В. В. Автоматические тормоза подвижного состава. М.: Транспорт, 1983. 360 с.
10. Микропроцессорные системы автоведения поездов / Л. А. Баранов, Е. В. Ерофеев, В. М. Максимов и др. // Железнодорожный транспорт, 1985, № 11, с. 37–49.
11. Назаров Л. С. Тяговые расчеты для маневровой работы // Железнодорожный транспорт, 1990, № 3, с. 22–24.
12. Никифоров Б. Д., Головин В. И., Кутыев Ю. Г. Автоматизация управления торможением поездов. М.: Транспорт, 1985. 263 с.
13. Осипов С. И., Миронов К. А., Ревич В. И. Основы локомотивной тяги. М.: Транспорт, 1976. 223 с.
14. Пассажирский тепловоз ТЭП-60 / Г. А. Жилин, М. С. Малинин, А. М. Родов и др. М.: Транспорт, 1976. 223 с.
15. Паристый И. Л., Черепашенцев Р. Г. Вождение поездов повышенного веса и длины. М.: Транспорт, 1983. 240 с.
16. Правила тяговых расчетов для поездной работы / МПС СССР. М.: Транспорт, 1985. 287 с.

17. Рациональные режимы вождения поездов и испытания локомотивов / Е. В. Горчаков, И. П. Исаев, Л. Г. Козлов и др. Под ред. С. И. Осипова. М.: Транспорт, 1984. 280 с.
18. Системы автоматического и телемеханического управления электроподвижным составом / Л. А. Баранов, Е. В. Ерофеев, В. И. Астрахан и др. Под ред. Л. А. Баранова. М.: Транспорт, 1984. 311 с.
19. Типовая инструкция по охране труда для локомотивных бригад. ЦТК-8/1-26. М.: Транспорт, 1989. 49 с.
20. Шукало П. В. Экономия электроэнергии на электроподвижном составе. М.: Транспорт, 1983. 174 с.
21. Черепашенец Р. Г. Безопасности движения — научно-техническую основу // Железнодорожный транспорт, 1988, № 10, с. 38—42.
22. Электропоезда / З. М. Рубчинский, С. И. Соколов, Е. А. Эглон, Л. С. Лынюк. М.: Транспорт, 1983. 415 с.
23. Яковлев Д. В. Управление грузовым электровозом и его обслуживание. М.: Транспорт, 1985. 319 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От авторов	3
Глава 1. Общие положения тяги поездов	6
§ 1. Силы, действующие на поезд	6
§ 2. Образование силы тяги	7
§ 3. Сцепление колес с рельсами. Коэффициент сцепления	10
§ 4. Тяговые характеристики	13
§ 5. Сила сопротивления движению	16
§ 6. Тормозная сила поезда	23
§ 7. Равнодействующая сил, действующих на поезд. Уравнение движения поезда	29
Глава 2. Применение тяговых расчетов для решения практических задач ...	36
§ 8. Определение норм массы поездов	36
§ 9. Решение тормозных задач	47
§ 10. Определение времени и скорости движения поездов	53
§ 11. Энергетика тяги поездов и расход топливно-энергетических ресурсов ..	64
§ 12. Тяговые расчеты для маневровой работы	73
Глава 3. Основные принципы управления тяговым подвижным составом и вождения поездов	75
§ 13. Способы регулирования мощности локомотива и скорости движения поезда. Автоматизация процессов управления	75
§ 14. Условия и рациональные режимы вождения поездов	83
§ 15. Режимы ведения поезда	86
§ 16. Основные принципы управления тормозами поезда	98
§ 17. Виды торможения и отпуск тормозов	102
§ 18. Электрическое торможение	109
§ 19. Устройства безопасности	113
§ 20. Роль локомотивной бригады в обеспечении безопасности движения ...	121
§ 21. Охрана труда локомотивных бригад	124
Глава 4. Особенности вождения грузовых поездов	131
§ 22. Приемка локомотива и подготовка его к работе	131
§ 23. Трогание и разгон поезда	133
§ 24. Ведение поезда по перегону	135
§ 25. Применение автоматических и электрических тормозов	144
§ 26. Предотвращение разрыва поездов	153
§ 27. Использование кратной тяги для грузовых поездов	157

Глава 5. Вождение пассажирских поездов	168
§ 28. Режимы вождения пассажирских поездов электровозами	168
§ 29. Вождение пассажирских поездов тепловозами	178
§ 30. Вождение пассажирских поездов повышенной длины	183
§ 31. Применение кратной тяги пассажирских поездов	193
§ 32. Управление тормозами	197
Глава 6. Вождение электропоездов	207
§ 33. Особенности моторвагонной тяги	207
§ 34. Режимы вождения электропоездов	211
§ 35. Управление тормозами электропоезда	228
§ 36. Передовые методы обслуживания электропоездов	239
Глава 7. Управление локомотивом на внепоездной работе	248
§ 37. Управление локомотивом на маневрах	248
§ 38. Особенности вождения передаточных и вывозных поездов	257
§ 39. Управление тепловозом без помощника машиниста	262
Глава 8. Опытные поездки и испытания локомотивов	266
§ 40. Понятие о тягово-эксплуатационных испытаниях	266
§ 41. Опытные поездки с динамометрическим вагоном	276
§ 42. Проведение опытных поездок	284
§ 43. Опытные поездки без динамометрического вагона	294
Список используемой литературы	301

Производственно-практическое издание

**ЧЕРЕПАШЕНЕЦ Роман Григорьевич, БИРЮКОВ Виктор Александрович,
ПОНКРАШОВ Василий Тимофеевич, СУДИЛОВСКИЙ Аркадий Николаевич**

ВОЖДЕНИЕ ПОЕЗДОВ. ПОСОБИЕ МАШИНИСТУ

Обложка художника *Н. В. Кондрашова*

Технический редактор *С. В. Запreeва*

Корректор-вычитчик *В. Н. Яговкина*

Корректор *С. А. Сержант*

ИБ № 0031

Лицензия № 010163 от 04.01.92 г.

Подписано в печать 9.06.94. Формат 60х88 1/16. Бум. газетная.

Гарнитура Гресс Роман. Печать офсетная. Усл. печ. л. 18,62. Усл. кр.-отт. 18,86.

Уч.-изд. л. 20,22 Тираж 10 000 экз. Заказ 537 С 014. Изд. № 1-3-3/4 № 6557.

Текст набран в издательстве на наборно-печатающих автоматах

Ордена "Знак Почета" издательство "Транспорт", 103064, Москва, Басманный туп., 6а

Московская типография № 4 Комитета РФ по печати

129041, Москва, ул. Б. Переяславская, д. 46