

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«УРАЛЬСКИЕ ЛОКОМОТИВЫ»

**КРАТКИЕ НАСТАВЛЕНИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ
ЭЛЕКТРОВОЗОМ 2ЭС10**

УТВЕРЖДАЮ

начальник Департамента
конструкторских разработок
и исследований
ООО «Уральские локомотивы»

_____ В.В.Брексон

«_____» 2011г.

1. ОБЩИЕ ДАННЫЕ

Краткие наставления по управлению электровозом 2ЭС10 предназначены для ускоренного ознакомления с основными принципами управления режимами тяги и электрического торможения (рекуперативного и реостатного).

Данный документ не предназначен для изучения принципов ремонта и обслуживания электровоза и не оговаривает меры безопасности персонала за пределами кабины управления, поэтому специалисты, изучившие данный документ имеют право самостоятельного доступа к органам управления электровоза 2ЭС10, находящимся в кабине и в машинном отделении на пультах управления без необходимости открывания заблокированных шкафов. Для получения доступа к аппаратам и устройствам, находящимся внутри шкафов в машинном отделении электровоза специалисты должны изучить руководство по эксплуатации электровоза, а также утвержденные ОАО «РЖД» нормативные документы по электробезопасности и охране труда.

Управление электровозом из кабины управления на основании данного документа необходимо осуществлять с учетом требований действующих в ОАО «РЖД» нормативных документов (ПТЭ, ИСИ, ИДП и т.д.).

Данный документ не предназначен для обучения принципам управления пневматическими тормозами электровоза. Электровоз оборудован стандартным унифицированным комплексом тормозного оборудования (УКТОЛ), управление которым осуществляется на основании руководства по эксплуатации и Инструкции ЦТ-ЦВ-ВНИИЖТ-277.

Дальнейшее изложение информации в Наставлениях построено в порядке процесса запуска электровоза.

Для запуска электровоза необходимо включить аккумуляторную батарею и автоматические защитные выключатели (в шкафу МПСУиД – справа в машинном отделении).

2. ВКЛЮЧЕНИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ УПРАВЛЕНИЯ

2.1 Исполнение всех команд начинается после приема «Включение выключателя управления» («ВУ») S1. Если какие-либо органы управления были включены до включения ВУ, чтобы разблокировать их после включения ВУ, необходимо их выключить и затем повторно включить.

2.2 После включения выключателя управления на всех секциях включаются контакторы управления - КМ10 (при отсутствии неисправностей в блоках МПСУиД первого канала) и КМ11 (при отсутствии неисправностей в блоках МПСУиД второго канала).

2.3 При включении выключателя управления на ведущей секции одновременное включение такого же выключателя на ведомой секции не влияет на работу МПСУиД. Выключатель управления ведомой секции блокируется программой. Для снятия блокировки необходимо выключить выключатели управления на всех секциях.

2.4 МПСУиД на каждой секции дает команду «Управление преобразователями», происходит включение КМ13 и КМ14 и через их блокировочные контакты и К71 в каждом тяговом преобразователе при выполнении следующих условий:

- БУП запущен и инициализирует программное обеспечение (110В подано при включении соответствующего АЗВ);
- БВ выключен (блокировки БУП в цепи БВ разомкнуты).

2.5 По команде «Выключение выключателя управления» выключение производится в следующей последовательности:

- задание тягово-тормозного момента ТЭД равного 0, выключение вспомогательных машин К5 (ВО ТЭД12), К6 (ВО ТЭД34), А8(МК), К7(УО1), К8(УО2);
 - через 0,5 секунды - выключение остальных вспомогательных машин К9 (ВО ТР1), А7 (ВО ТР2), К12(Н СФ1), К13(Н СФ2) , К14(Н ТП1), К15(Н ТП2) , К16 (ВВ ТП1), К17 (ВВ ТП2), К18, К21(ВО БВТ), К19, К22(В.Наддува);
 - через 0,5 секунды производится выключение быстродействующего выключателя (QF1), опускание токоприемников и устанавливается требование на выключение тяговых преобразователей;
 - при наличии признака «Тяговые преобразователи выключены», но не более чем через 18 секунд, производится выключение контакторов КМ10 и КМ11.

3. ТЕСТОВЫЙ РЕЖИМ

3.1 Для проведения функциональных проверок схемы электровоза при техническом обслуживании используется тестовый режим. В этом режиме отключается программный контроль напряжений и токов силовой схемы. Возможно включение БВ, контакторов вспомогательных машин, при включения БВ открываются жалюзи блоков тормозных резисторов и устройств охлаждения.

Тестовый режим включается, если выполняются следующие условия:

- напряжение датчика контактной сети меньше 200В;
- опущены все токоприемники;
- нет сигнала блокировок «заземлитель выключен» (провод 332) от всех секций;
- хотя бы один ключ блокировки тягового преобразователя в положении «Разблокировано». В 4-х секционном электровозе по одному ключу на каждые 2-е секции.

4. ТОКОПРИЕМНИКИ, РАЗЪЕДИНИТЕЛИ И ЗАЗЕМЛИТЕЛИ

4.1 На каждой секции N (N – любая секция, имеющаяся в сцепе) расположено:

- заземлитель;
- два разъединителя (по одному на каждый токоприемник секции);
- два токоприемника
- два переключателя (на пульте управления) – «Токоприемники 1 и 3 - передние» и «Токоприемники 2 и 4 - задние». Счет токоприемников начинается от кабины ведущей секции (секция №0). Каждый переключатель имеет 3 положения. токоприемники от каждого переключателя поднимаются только попарно 1 и 3 или 2 и 4.

Для выполнения нижеперечисленных команд обязательным условием является наличие команды на включение выключателя управления (ВУ).

4.2 Переключатель «токоприемники» на пульте имеет следующие положения:

1) «Заземлитель» – при таком положении переключателя токоприемники опускаются, разъединители выключаются, и включается заземлитель.

Заземлители всех секций должны включаться автоматически и независимо от положения переключателей токоприемников при переводе ключей блокирования, хотя бы одной секции в нерабочее положение. При этом обязательна следующая последовательность их включения: отключаются БВ на всех секциях, опускаются токоприемники на всех секциях, выключаются разъединители на всех секциях, включаются заземлители на всех секциях.

2) «Разъединитель» - в этом положении заземлитель выключается и включается разъединитель (токоприемники опущены).

3) «токоприемники ХХ» - в этом положении переключателя поднимаются соответствующие два токоприемника.

4.3. Контроль напряжения в контактной сети осуществляется по появлению показаний напряжения на мониторе в иных случаях будут появляться следующие контрольные сообщения:

- Речевое сообщение «Повышенное напряжение контактной сети» выдается при напряжении контактной сети выше 4000В.
- Речевое сообщение «Пониженное напряжение контактной сети» выдается при напряжении контактной сети ниже 2700В.
- При напряжении контактной сети любой секции выше 4100В на время более 0,3 секунддается команда на выключение БВ всех секций.

5 ВКЛЮЧЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

5.1. Команда «Включение БВ» для всех секций подается при включении тумблера «БВ»(SA26) на ведущей секции - если напряжение контактной сети не превышает 4100В и заданная сила тяги = 0 .

Включение БВ на каждой из секций сцепа осуществляется в следующем порядке:

- Проверяется наличие сигнала от БУП (блок управления преобразователем ASG) «Тяговый привод готов к подаче питания» (кроме режима тестирования);
- На каждой секции по команде «Включение БВ» включается контактор КМ1 (QF1).
- В случае если замкнуты аппаратные контакты всех БУП тяговых преобразователей (A1 и A2) получают питание вентиль и электромагнит БВ и по БВС поступает соответствующий сигнал.
- Перемещаются и замыкаются главные контакты – по БВС поступает соответствующий сигнал «БВ включен».
- В БУП посыпается команда «БВ включен».

5.2. Выключение БВ

Выключение БВ при отключении тумблера «БВ» происходит в следующей очередности:

- 1) От МПСУиД к БУП поступает команда «главный выключатель выключен»;
- 2) От МПСУиД поступает команда на выключение индивидуальных контакторов-пускателей вспомогательных машин;

- 3) От БУП поступает сигнал «Блок питания собственных нужд не работает» - снимается питание с вспомогательных машин независимо от положения индивидуальных контакторов-пускателей
- 4) От БУП в МПСУиД поступает команда «Блок питания собственных нужд не готов к работе»
- 5) От МПСУиД в БУП поступает команда «Разрядка промежуточных контуров»
- 6) От БУП к МПСУиД поступает сигнал «тяговый привод не готов к подаче питания» - промежуточные контуры разряжаются.
- 7) От БУП к МПСУиД – «Промежуточные контуры разряжены».
- 8) Происходит размыкание БВ и от БУП к МПСУиД проходит сигнал – «Тяговый преобразователь не соединен с сетью».

6. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ТЯГОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ И БЛОКА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ (БВТ).

6.1. Включение тягового преобразователя (ТП) происходит автоматически после включения БВ.

6.1.1. На каждой секции автономно, при наличии сигнала о закрытых ШВА и люках (провод 331), через 0,5 секунд после включения ВУ включаются контакторы КМ13 и КМ14, и еще через 0,5 секунд даются команды для ТП «Включение К71 ТП1» (b31.5), «Включение К71 ТП2» (b31.6).

Примечание: КМ13 подключает ТП1, а КМ14 ТП2 к 110В.

6.1.2. Через 0,5 секунды после команды «Включение К71 ТП» или по окончанию тестирования (см.п. 9.1.3.) устанавливается признак «ТП включены».

6.2. Включение блока вспомогательных трансформаторов (БВТ) происходит автоматически после запуска тяговых преобразователей.

7 ВКЛЮЧЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ БЛОКА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

7.1 Определение режимов работы оборудования

7.1.1 Работа оборудования может осуществляться в двух режимах: «Зима» и «Лето». Выбор режима выполняется МПСУиД в зависимости от перехода среднесуточных температур региона через отметку 0 градусов Цельсия в соответствии с Инструкцией «По подготовке к работе и техническому обслуживанию электровозов в зимних и летних условиях» №ЦТ 814. При фиксации МПСУиД астрономической даты 06.04.XXXX и времени 00 часов 00 минут происходит переход из режима «Зима» в режим «Лето». При фиксации МПСУиД астрономической даты 20.10.XXXX и времени 00 часов 00 минут происходит переход из режима «Лето» в режим «Зима».

Фактическое переключение аппаратов в схеме происходит только после снятия нагрузки с БВТ (нет сигналов о включении контакторов – пускателей от соответствующих БВС).

7.2 Признак «стоянка» устанавливается, если в течение 1 минуты скорость движения электровоза менее 3 км/ч и задана сила равная 0%. Признак «стоянка» сбрасывается, если в течение 2 секунд скорость движения более 3 км/ч или задана сила более 0%.

7.3 На каждой секции автономно устанавливается признак разрешения включения потребителей группы 1:

- А) вентилятора охлаждения БПСН– К21;
- Б) вентилятора устройства охлаждения 1 – К7;
- В) вентилятора устройства охлаждения 2 – К8;
- Г) вентилятора наддува воздуха в кузов – К22;

- Д) вентилятора охлаждения ТЭД1 – К5;
 Е) вентилятора охлаждения ТЭД2 – К6;
 Ж) компрессора – К23;
 3) вентилятора охлаждения тормозных сопротивлений ТР1 – К9.

Если выполняется одного из условий:

- при наличии сигналов «Готовность ТП1»(см.п.8.1.2) и «Готовность БПСН1»(см.п.8.3.2) отсутствует сигнал «Требование отключения потребителей БПСН1» (b13.4);
- при наличии сигналов «Готовность ТП2», «Готовность БПСН2», «БПСН2 в режиме двойного резервирования»(b13.0), «ТП1 разгруппирован» (b9.0) отсутствует сигнал «Требование отключения потребителей БПСН2» (b13.4).

7.4. На каждой секции автономно устанавливается признак разрешения включения потребителей группы 2:

- А) вентилятора охлаждения БПСН– К18;
 Б) насосов ТП1 и ТП2 – К14 и К15,
 В) внутренних вентиляторов ТП1 и ТП2 – К16 и К17,
 Г) насосов системы охлаждения сетевых фильтров 1 и 2 – К12 и К13;
 Д) вентилятора наддува воздуха в кузов – К19;
 Е) компрессора – А8;
 Ж) вентилятора охлаждения тормозных сопротивлений ТР2 – А7.

Если выполняется одного из условий:

- при наличии сигналов «Готовность ТП2»(см.п.8.1.2) и «Готовность БПСН2»(см.п.8.3.2) отсутствует сигнал «Требование отключения потребителей БПСН2» (b13.4);
- при наличии сигналов «Готовность ТП1», «Готовность БПСН1», «БПСН1 в режиме двойного резервирования»(b13.0), «ТП2 разгруппирован»

(b9.0) отсутствует сигнал «Требование отключения потребителей БПСН1» (b13.4).

7.5. Для обеспечения поочередного включения потребители имеют приоритеты (П0 = высший приоритет).

Группа 1:

П1 - вентилятора охлаждения БВТ – К21;
 П3 - вентилятора устройства охлаждения 1 – К7;
 П5 - вентилятора устройства охлаждения 2 – К8;
 П7 - вентилятора охлаждения тормозных сопротивлений ТР1 – К9;
 П9 - компрессора – К23;
 П11 - вентилятора охлаждения ТЭД12 – К5;
 П13 - вентилятора охлаждения ТЭД34 – К6;
 П15 - вентилятора наддува воздуха в кузов – К22.

Группа 1:

П0 - вентилятора охлаждения БВТ – К18;
 П2 - насосы СФ1(К12) и ТП1(К14), вентилятор ТП1(К16);
 П4 - насосы СФ2(К13) и ТП2(К15), вентилятор ТП2(К17);
 П6 - вентилятора охлаждения тормозных сопротивлений ТР2 – А7;
 П8 - компрессора – А8;
 П10- вентилятора наддува воздуха в кузов – К19;

При наличии сигнала «БПСН1(2) в режиме двойного резервирования» обе группы потребителей объединяются в одну. Для поочередного включения потребителей принимается интервал 2 секунды.

7.6. Задание частоты для БВТ.

Частота БВТ (b50) В ТП1 и ТП2 задается 12 Гц летом (с 7 апреля по 20 октября) или 25 Гц зимой.

При включении контактора К18 в ТП1 и ТП2 задается сигнал «ВО БВТ с постоянной частотой» ($b37.5 = 1$), иначе $b37.5 = 0$.

При наличии команды на включение контактора К9 или К23 в ТП1 и ТП2 задается команда «Максимальная вентиляция».

8 РЕЖИМ «ТЯГА - ТОРМОЗ»

8.1 Подготовка к включению тяговых электродвигателей

При подготовке производится задание:

- направления движения (реверсирование);
- отключения ТЭД;
- режима работы ТЭД.

Все операции по подготовке к включению ТЭД производятся только, если не заданы сила от кнопок «Тяга+», «Тяга-» и джойстика «Тяга», а так же скорость от джойстика «Скорость».

8.2 Реверсирование (направление движения)

Направление движения выбирается машинистом с помощью переключателя на пульте управления SA22.

Выбор направления движения возможен только при нахождении рукоятки SA19 «Тяга – Тормоз» в положении 0 (значение силы тяги 0%, для БУП значение крутящего момента 0 Н×м) и скорости равной 0 км/ч.

БУП всегда ориентирует привод на какое-либо направление движения – привод не имеет нейтрального положения.

Ответственность за правильность взаимной ориентации приводов внутри каждой тележки и внутри секций относительно друг друга несут БУП.

Ответственность за соответствие ориентации приводов команде, выданной на ориентацию от МПСУиД, несет МПСУиД.

Для четкого понимания команд вводится определение понятий относительно каждого привода:

«вперед» - движение в направлении места машиниста;

«назад» - движение в направлении от места машиниста.

Если ведомые секции получают команды по линии связи со стороны кабины, то при включении кнопки «Направление движения» в положение «Вперед» блоки управления тягой тяговых преобразователей (БУП) получают команду «Направление движения – Вперед» и переводят привод в положение «Вперед», после чего передают в МПСУиД сигнал «Направление вперед».

Если ведомые секции получают команды со стороны машинного отделения, то при включении кнопки «Направление движения» в положение «Вперед» блоки управления тягой тяговых преобразователей получают команду «Направление движения – Вперед» и переводят приводы в положение «Назад», после чего передают в МПСУиД сигнал «Направление вперед».

В межсекционной линии связи изменение задаваемых команд «Вперед» или «Назад», в соответствии с переключателем направления движения (SA22) производится только при скорости движения менее 5 км/ч.

8.3. Задание режимов ТЭД.

В линии связи СМЕ устанавливается команда «Тяга», если:

- переключатель «Эксплуатация» (SA25) установлен в положение «Нормальная эксплуатация»;

- в линии связи СМЕ задана сила (Ftz) более нуля см.п. 12.4.

В линии связи СМЕ устанавливается команда «ЭЛТ», если:

- переключатель «Эксплуатация» (SA25) установлен в положение «Нормальная эксплуатация»;

- в линии связи СМЕ задана сила (Ftz) менее нуля см.п. 12.4.

В линии связи СМЕ устанавливается команда «Ввод в депо», если:

- переключатель «Эксплуатация»(SA25) установлен в положение «Ввод в депо»;

- есть признак выключения БВ;
- нет команд на подъем токоприемников;
- отсутствует напряжение контактной сети.

В линии связи СМЕ устанавливается команда «Обточка», если:

- переключатель «Эксплуатация»(SA25) установлен в положение «Обточка»;

- есть признак выключения БВ;
- нет команд на подъем токоприемников;
- отсутствует напряжение контактной сети.

В линии связи СМЕ устанавливается команда «Холодный отстой», если переключатель «Эксплуатация»(SA25) установлен в положение «Холодный отстой».

8.4 Органы управления тягой и торможением. Задание скорости.

Управление тягой осуществляется с пульта машиниста с помощью следующих органов управления:

- Рукоятка «тяга – тормоз» - имеет одно фиксируемое положение – «0», при подаче рукоятки вперед происходит набор силы тяги от 1 до 100 %. Скорость набора зависит от угла поворота рукоятки – чем больше ее отклонение от «0» тем больше скорость набора тяги.

За 100% силы тяги принимается сила тяги продолжительного режима 538 кН. При включении кнопки «бустерный режим» за 100% силы тяги принимается максимальная сила тяги 784 кН. Для уменьшения силы тяги необходимо перевести рукоятку по направлению к оператору, скорость уменьшения дифференцируется в зависимости от угла отклонения рукоятки от положения «0». При достижении силы тяги величины 0% и дальнейшем

нахождении рукоятки в положении к оператору относительно нуля происходит увеличение тормозной силы электрического торможения до величины 100 %.

Рукоятка «Тяга-тормоз» является импульсной и ее отпускание из любого кроме «0» положения приводит к возвращению рукоятки в положение «0» при этом фиксируется то значение силы тяги или торможения, которое было достигнуто на момент отпускания рукоятки. Диаграмма развертки рукоятки «Тяга-тормоз» приведена на рисунке 1.

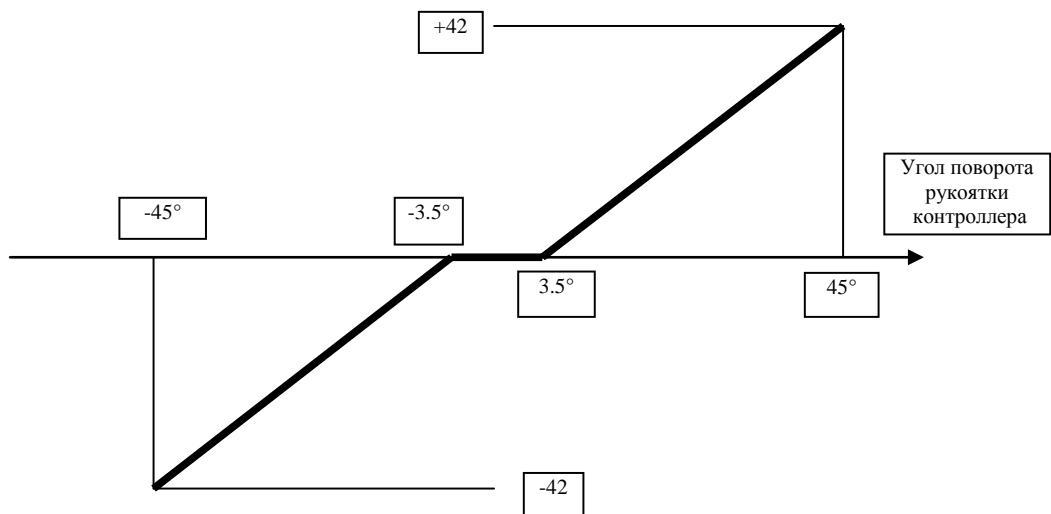


Рисунок 1 – Развертка рабочей зоны рукоятки «Тяга-тормоз»

- Рукоятка «Скорость» - имеет положения: «0», «Скорость +1», «скорость +10», «Скорость -1», «скорость -10». Положения кроме «0» импульсные (с автоматическим возвратом) позволяют задавать скорость с точностью до 1 км/ч. Предел задания по скорости 132 км/ч (испытательная скорость).

- Кнопка «бустерный режим» - активизирует работу электровоза, используя максимальную тяговую характеристику. Работа в таком режиме до выхода на характеристику непрерывного режима возможна в течение не более 15 минут. В случае нажатия кнопки максимальное значение 100% силы тяги при установке рукояткой «тяга-тормоз» задания 100% равно 784 кН. В случае нажатия кнопкидается команда от МПСУиД в БУП «Предельная характеристика» при условиях:

- а) Выбрано направление движения;
- б) Рукоятка «Скорость» в положении более 0 км/ч
- в) Рукоятка «тяга-тормоз» в рабочем поле «Тяга».

- Кнопка «выбег» - применяется для экстренного снижения силы тяги до 0%. При нажатии кнопки задание силы тяги (тормозной силы) и скорости обнуляется.

8.5. Пример задания скорости и тяги.

8.5.1 Управление в режиме тяга осуществляется в следующем порядке:

1) Рукояткой «Скорость» выполняется установка задания предельной скорости. При заданной скорости равной 0 км/ч фактическая сила тяги не может быть задана.

Установка задания скорости выполняется в соответствии с примером: Для установки скорости 53 км/ч рукоятка «Скорость» переводится в крайнее переднее положение «+10». В этом положении происходит набор показания скорости (по монитору) до величины 50 км/ч с темпом 10 км/ч за каждые 0,7 с. Далее рукоятку «Скорость» перевести в положение «+1» - показание задачи скорости на мониторе будет увеличиваться на 1 км/ч за каждые 0,7 с.

Набор показаний скорости также можно осуществлять и поступательными движениями рукоятки в то или иное положение с возвратом в «0» (каждое импульсное движение прибавляет соответственно 1 км/ч или 10 км/ч). Установка рукоятки «Скорость» из положения «0» в положение «+1» при

движении на выбеге фиксирует в качестве задачи ту скорость, которая физически существует (т.е. при выбеге со скоростью 55 км/ч будет подтверждено задание на скорость 55 км/ч).

Снижение задания по скорости осуществляется установкой рукоятки «Скорость» в положения «-1» или «-10».

2) После установки задания по скорости становится возможным задание силы тяги с помощью рукоятки «Тяга-тормоз».

Перемещение рукоятки «Тяга-тормоз» в рабочую область «Тяга» с заданием какого-либо % силы тяги приводит тяговое и вспомогательное оборудование электровоза к состоянию соответствующему тяговому режиму при следующих условиях:

- БВ включен;
- тяговый преобразователь подключен к сети и готов к работе, о чем есть соответствующие сообщения от БУП;
- задано направление движения;
- давление в тормозной магистрали более 0,35 МПа;
- включены системы безопасности;
- оборудованию разрешена установка тягового крутящего момента.

8.6. Автоматический режим

Автоматический режим – это режим, когда МПСУиД совместно с БУП осуществляет автоматическое поддержание установленной задачи по скорости в пределах выбранного диапазона регулирования силы тяги и силы торможения.

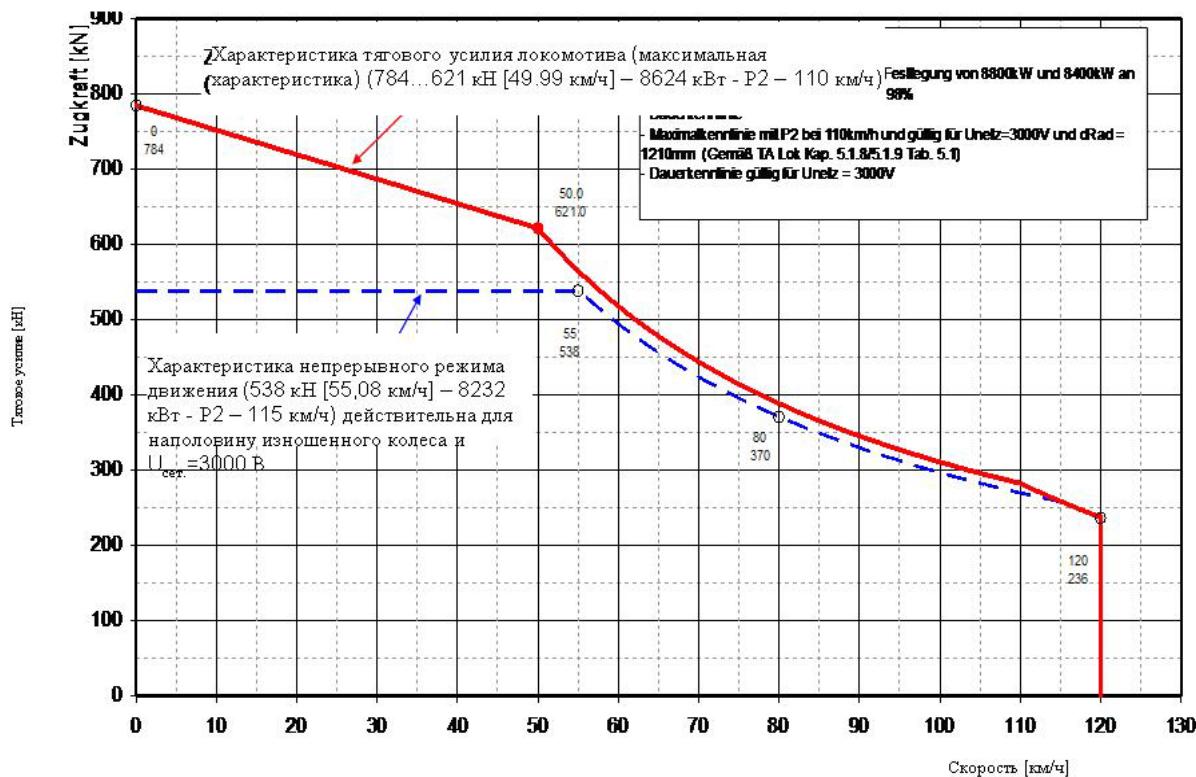
Автоматический режим включен при задании скоростей в пределах диапазона $0 < V \leq 120$. Для задания силы тяги необходимо рукояткой тяга тормоз изменять процент силы до получения любого значения от 0 до 100% -

электровоз начнет движение. Величина силы тяги (показывается на мониторе) при, которой начнется движение, зависит от массы состава и профиля пути.

При установке силы тяги «100%» электровоз реализует тяговую характеристику непрерывного режима (характеристика показана на рисунке 3 синей пунктирной линией). Сила тяги в диапазоне скоростей от 0 до 55 км/ч составляет 538 кН, далее ее снижение обратно пропорционально скорости (гиперболическая характеристика) при постоянной мощности 8232 кВт (до скорости 115 км/ч).

Любая величина силы выбранная в диапазоне от 0 до 100% соответствуют реализации электровозом «частичной» тяговой характеристики с соответствующей долей от 100 % непрерывного режима.

В случае, если при выборе рукояткой «Тяга-тормоз» одного из значений силы, выполнено нажатие кнопки «Бустерный режим», то крайнее положение рукоятки будет соответствовать характеристике максимального или предельного режима (на рисунке 3 красной линией). Сила тяги в диапазоне скоростей от 0 до 50 км/ч будет изменяться с ростом скорости соответственно от 784 кН до 621 кН, далее снижение силы тяги будет обратно



Электровоз 2ЭС10

Рисунок 3 – Тяговая характеристика электровоза 2ЭС10.

пропорционально скорости при постоянной мощности 8624 кВт (до скорости 110 км/ч). Реализация бустерного (предельного) режима возможна в ограниченном диапазоне времени, длительность которого задает и контролирует БУП. Включение бустерного режима при хотя бы одном неисправном тяговом преобразователе или отдельном инверторе невозможно (если от БУП есть соответствующие сигналы действие кнопки «Бустерный режим блокируется МПСУиД»).

С заданием силы тяги, необходимой для трогания поезда с места, электровоз начнет движение. Дальнейшее автоматическое управление осуществляется в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Управление в автоматическом режиме

Режим движения	Управление	Работа электровоза
----------------	------------	--------------------

1. Режим автомат.	Изменение заданной силы тяги.	Изменение допустимой области работы регулятора скорости на тяговой характеристикике электровоза (рисунок 6). В значение заданной силы тяги постоянно переносится значение фактической силы тяги. При заданной скорости равной нулю, фактическая сила тяги не задается.
	<p>Фактическая скорость меньше заданной скорости движения. Заданная сила не равна 0.</p> <p>Фактическая скорость движения больше заданной. Заданная сила не равна 0.</p>	<p>Локомотив развивает силу тяги не более, чем заданная, исходя из существующих ограничений по ускорению (рисунок 4) и условиям сцепления и мощности (рисунок 5) для выполнения задания по скорости. По мере приближения к заданной скорости, локомотив плавно снижает силу тяги до уровня, необходимого для поддержания заданной скорости.</p> <p>Локомотив переходит в режим электрического торможения и задает тормозную силу исходя из существующих ограничений по ускорению (рисунок 4) и условиям сцепления и мощности (рисунок 6) для выполнения задания по скорости. По мере приближения к заданной скорости, локомотив плавно снижает тормозную силу до уровня, необходимого для поддержания заданной скорости.</p>

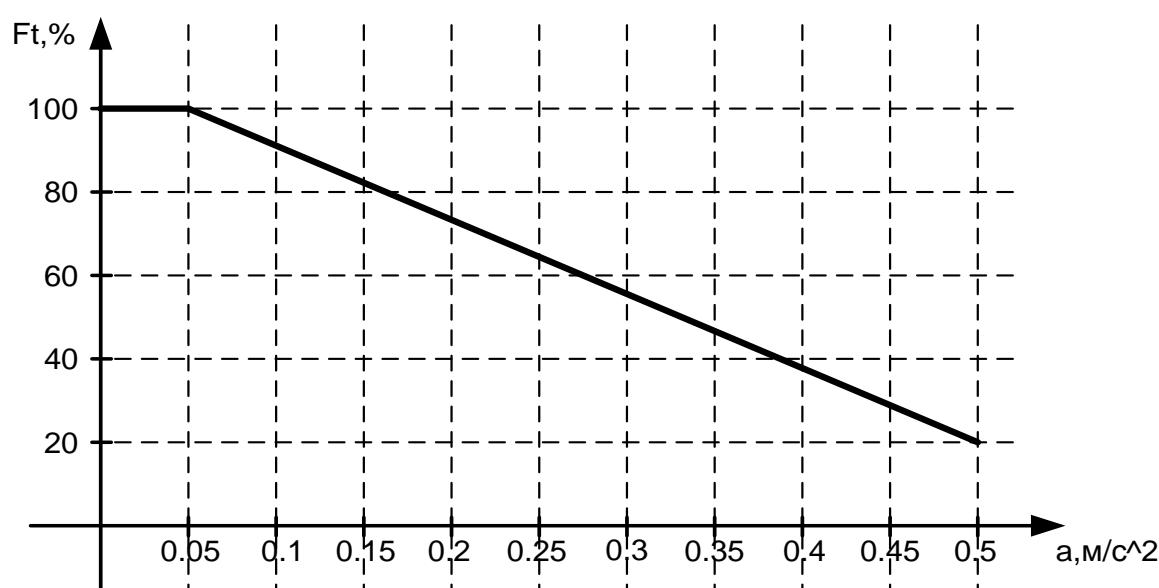


Рисунок 4 – Ограничения по ускорению

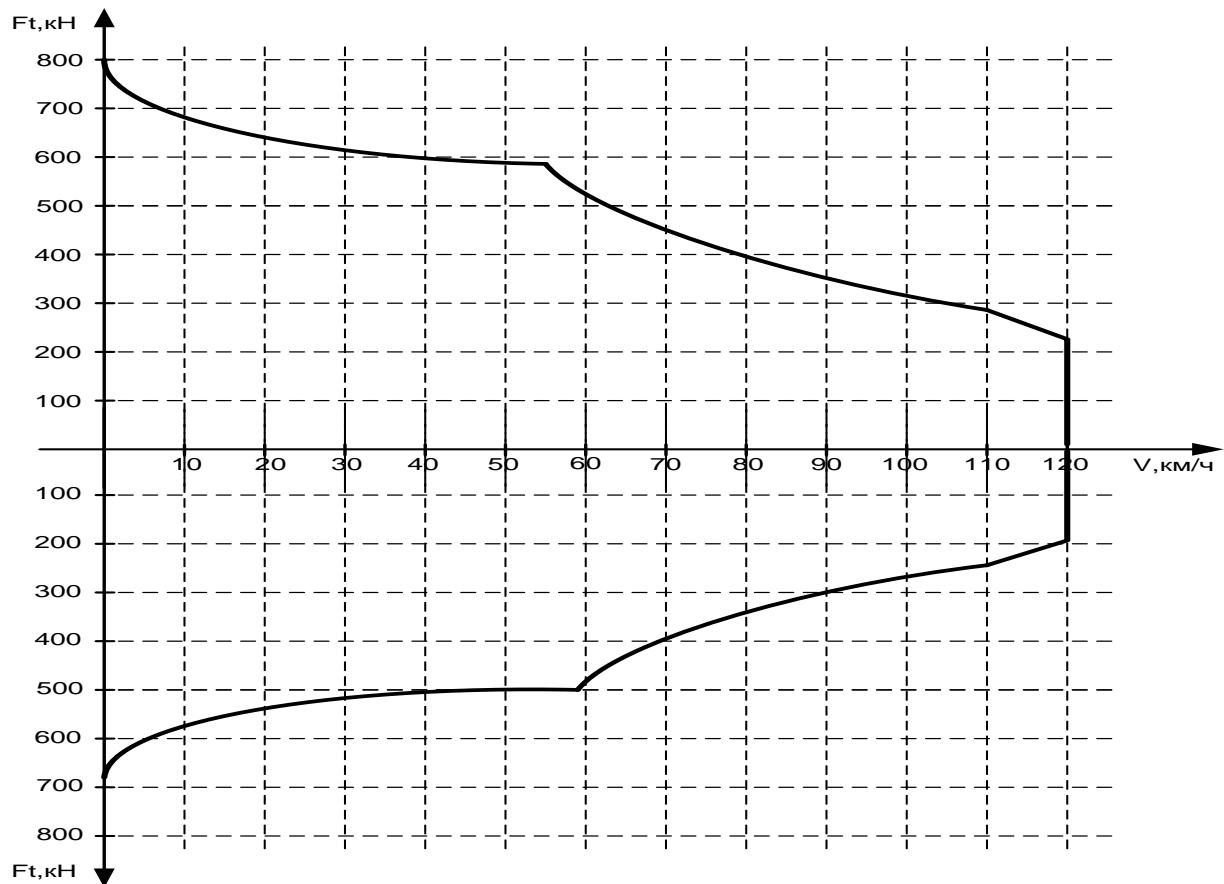


Рисунок 5 – Ограничение силы тяги (торможения) по условиям сцепления и мощности

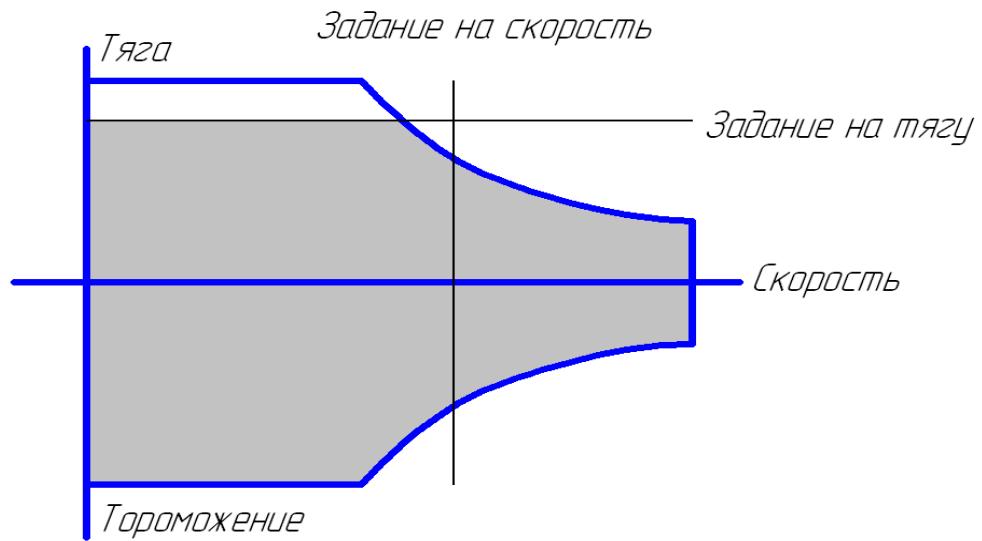


Рисунок 6 - Изменение допустимой области работы регулятора скорости на тяговой характеристике электровоза

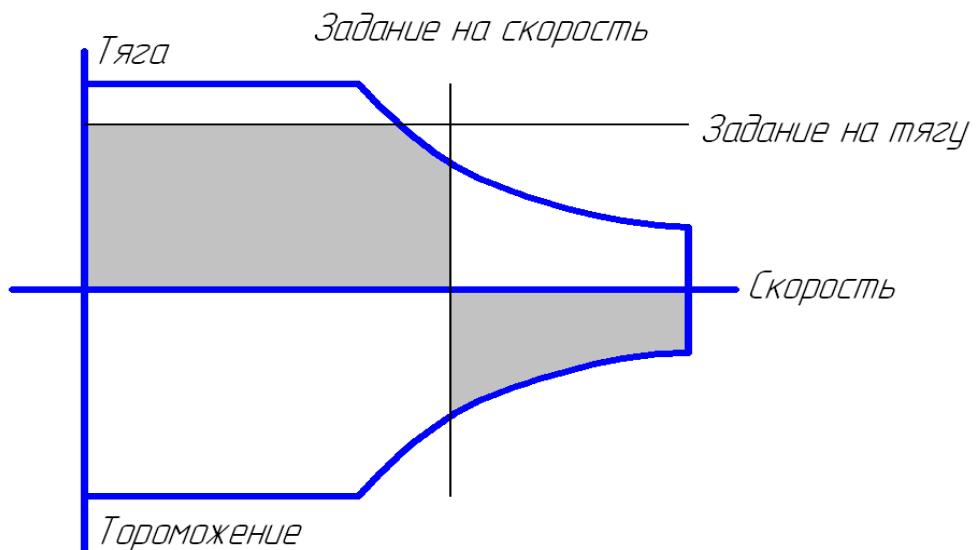


Рисунок 7 – Выполнение задания по скорости автоматической задачей тормозной силы при условии $V_{\text{факт}} > V_{\text{уст}}$

В автоматическом режиме переход в режимы электрического торможения осуществляется в зависимости от результата сравнения заданной скорости $V_{уст}$ и фактической скорости $V_{факт}$. При $V_{факт} > V_{уст}$ включается режим электрического торможения (рекуперативный или реостатный). Выбор режима электрического торможения (рекуперативное или реостатное) осуществляется БУП в зависимости от величины напряжения в контактной сети. Сила электрического торможения регулируется автоматически для поддержания заданной скорости в пределах процентного ограничения по отношению к максимальной величине, установленной главной рукояткой для задания силы тяги.

