

Оригинальная статья / Original Paper

DOI 10.30686/1609-9192-2019-4-133-137



PROMTEKTRANS

Вагонотолкатели серии ТЭВ: гарантированная безопасность движения

М.И. Глушко, В.П. Смирнов¹ ✉

¹ ООО «ПромТехТранс», г. Екатеринбург, Российская Федерация

✉ ps@ptt-ural.ru

Резюме: Наиболее экономичными и удобными механизмами для передвижения состава вагонов при работе с сыпучими грузами на погрузочно-разгрузочных комплексах промышленных предприятий являются вагонотолкатели серии ТЭВ. Их важным преимуществом является возможность дистанционного управления. Особое внимание при разработке и изготовлении вагонотолкателей данного типа уделяется вопросу обеспечения безопасности движения. Универсальным средством безопасности движения являются тормоза. Для проверки возможности останова при движении и удержания на спуске в ООО «ПромТехТранс» проведены исследования тормозной эффективности поезда при использовании тормоза вагонотолкателя серии ТЭВ в зависимости от величины спуска и веса состава поезда. Для обеспечения безопасности движения поезда при его удержании на уклоне производится расчет допустимой величины уклона железнодорожного участка в зависимости от веса состава вагонов и тормозной эффективности. Гарантией точности расчетов является дополнительный учет влияния скорости движения на тормозную эффективность и соблюдения задаваемого норматива скорости. В статье представлена методика расчета эффективности тормозов вагонотолкателя серии ТЭВ. Также специалистами ООО «ПромТехТранс» разработана схема дистанционного управления автоматическими тормозами поезда и отдельно вспомогательным электропневматическим тормозом вагонотолкателя серии ТЭВ. С этой целью в линию питания вспомогательного тормоза введен клапан максимально давления. Для дистанционного управления пневматическим тормозом схема дополнена тормозным электропневматическим реле, которое вместе с тормозной линией от воздухораспределителя подключено к линии тормозных цилиндров через логический элемент «или», выполненный в виде переключательного клапана. Гарантией безопасности движения является принятый принцип работы электропневматических реле управления пневматическими процессами, которые в случае несанкционированного снятия напряжения питания вагонотолкателя серии ТЭВ переводят систему вагонотолкателя или состава вагонов в тормозной режим.

Ключевые слова: эффективность тормоза, удержание состава на спуске, электропневматический тормоз, схема электропневматического тормоза, вагонотолкатель, вагонотолкатель серии ТЭВ, тормозная сила

Для цитирования: Глушко М.И., Смирнов В.П. Вагонотолкатели серии ТЭВ: гарантированная безопасность движения. Горная промышленность. 2019;(4):00–00. DOI: 10.30686/1609-9192-2019-4-133-137



PROMTEKTRANS

TEV Series of Car Pullers: Guaranteed Traffic Safety

M.I. Glushko, V.P. Smirnov¹ ✉

¹ PromTechTrans LLC, Ekaterinburg, Russian Federation

✉ ps@ptt-ural.ru

Abstract: Car Pullers of the TEV Series are the most economical and convenient means to relocate a car string when hauling bulky goods at loading and unloading complexes of manufacturing facilities. Their key advantage is the possibility to control them remotely. Assuring accident prevention is one of the key aspects that is given a particular attention to during the design and manufacturing of this type of the car pullers. A universal means to secure accident prevention is the brake system. In order to verify the possibility to stop the train in movement and retain it in the down grade, studies have been performed by PromTechTrans LLC of the train braking efficiency when using the brake system of the TEV series car puller depending on the descent grade and the train set weight. The permissible grade of the railway section is calculated as a function of the car string weight and the breaking efficiency to secure the traffic safety during the train retention on the inclined track. The accuracy of calculation is further secured by taking into account the impact of the train velocity on its breaking efficiency and observation of the established velocity standards. The paper presents a methodology to calculate the efficiency of the TEV series car puller braking system. Specialists of PromTechTrans LLC have designed a remote control circuit for the train's self-acting brake and separately for the secondary compressed air brake with electrical operation of the car pullers of the TEV series. For this purpose, a maximum pressure valve was introduced into the feed line of the secondary brake. In order to remotely control the compressed-air brake, the circuit was supplemented with an electro-pneumatic brake application relay, that together with the braking line from the brake control valve is connect to the brake cylinder line through an OR gate, represented by a changeover valve. The traffic safety is secured by the

accepted operational principles of the electropneumatic relays that control compressed-air systems and that in case of emergency power dump of the TEV series car puller would activate the breaking system of either the car puller or the car string.

Keywords: breaking efficiency, retention of the train on the inclined track, compressed air brake with electrical operation, electropneumatic brake circuit, car puller, TEV series car puller, breaking force

For citation: Glushko M.I., Smirnov V.P. TEV Series of Car Pullers: Guaranteed Traffic Safety. *Russian Mining Industry*. 2019;(4):00–00. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2019-4-133-137

Введение

На погрузочно-разгрузочных комплексах промышленных предприятий в различных отраслях нашей страны производятся операции по отправке или принятию отдельных категорий продукции, которые требуют соблюдения мер безопасности при передвижении грузовых вагонов на этих комплексах, а также уменьшения времени простоя грузовых вагонов при их погрузке или разгрузке.

Технологический комплекс промышленных предприятий при работе с сыпучими грузами содержит три основные группы оборудования: загрузочные устройства, механизмы для передвижения вагонов и весы для взвешивания. Из всех применяемых механизмов для передвижения состава вагонов наиболее экономичными и удобными при работе являются вагонотолкатели серии ТЭВ, важным преимуществом которых является предусмотренная конструкцией возможность дистанционного управления при работе на погрузочно-разгрузочном участке с пульта оператора погрузки.

На базе экипажной части промышленных тепловозов ТГМ4, ТГМ6 и ТЭМ2 ООО «ПромТехТранс» выполнило конструктивные разработки и является производителем толкателей электромеханических вагонных серии ТЭВ. Вагонотолкатели указанной серии имеют разрешение Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору о применении на опасных производственных объектах в соответствии с требованиями отраслевых норм, правил безопасности и рекомендаций изготовителя.

Особое внимание при разработке и изготовлении вагонотолкателей серии ТЭВ уделяется вопросу обеспечения безопасности движения. Известно, что тормоза являются универсальным средством безопасности движения, поэтому для вагонотолкателей серии ТЭВ разработана специальная технология управления пневматическими тормозами и проведена соответствующая корректировка схемы тормозного оборудования и приборов управления тормозами. Эти мероприятия направлены на реализацию применяемого способа торможения всего поезда только за счет использования тормозного эффекта вагонотолкателя при полностью заряженной тормозной системе поезда. Торможение с применением автотормозов всего поезда увеличивает продолжительность процесса вследствие замедленного протекания процессов торможения и отпуска, продолжительность которых определяется выпуском сжатого воздуха из тормозной магистрали и действием воздухораспределителя, а также необходимости подзарядки тормозной системы поезда сжатым воздухом после каждого торможения (торможение – 20 с, отпуск тормозов – 80 с, подзарядка тормозов – 60 с) [1].

Маневровые работы на сети РЖД выполняются при незаряженной тормозной сети состава вагонов. В этом случае остановка маневрового поезда возможна только за счет тормозных средств локомотива, но условия безопасности движения при таких условиях не подкреплены тормозными расчетами [2], хотя эти условия для маневрового поезда имеют особый характер, который следует принимать во внимание [3].

Тормозная сила локомотива имеет определенную, ограниченную величину, которая может оказаться недостаточ-

ной при движении по спуску. Для проверки возможности остановки при движении и удержания на спуске в ООО «ПромТехТранс» проведены исследования тормозной эффективности поезда при использовании тормоза вагонотолкателя серии ТЭВ в зависимости от величины спуска и веса состава поезда.

Методика расчета

Возможность удержания состава весом Q за счет действия пневматического тормоза вагонотолкателя серии ТЭВ определяется из приведенного условия

$$B > Q_i + P, \quad (1)$$

где B – тормозная сила вагонотолкателя серии ТЭВ; i – величина уклона; P – вес вагонотолкателя серии ТЭВ.

Для расчета тормозной силы вагонотолкателя серии ТЭВ используется новый метод тормозных расчетов, который предусматривает в качестве исходного показателя тормозную силу B_K чугунной тормозной колодки при расчетном нажатии K ,

$$B_K = K \cdot \varphi_K = 0,6 K \frac{16 K + 100}{80 K + 100} \cdot \frac{V + 100}{5 V + 100}, \quad (2)$$

Для выполнения тормозных расчетов представленная формула разделяется на две функциональные зависимости в следующем виде:

$$B_K = B_0 \cdot f(V), \quad (3)$$

где B_0 – функция нажатия K колодки; $f(V)$ – функция скорости.

При стоянке подвижного состава $V = 0$, $f(V) = 1$, и тогда функция нажатия колодки B_0 представляет собой тормозную силу одной колодки в статическом состоянии вагонотолкателя серии ТЭВ.

Величину тормозной силы определяют по формуле

$$B_0 = 0,6 K \frac{16 K + 100}{80 K + 100}. \quad (4)$$

Тормозная сила B_0 является определяющей при закреплении состава средствами вагонотолкателя серии ТЭВ.

Для вагонотолкателя ТЭВ-20 нажатие тормозных колодок на ось составит 10 тс, и при двусторонней схеме нажатия на ось сила нажатия одной колодки на колесо $K = 2,5$ тс. Тогда тормозная сила одной колодки $B_0 = 0,7$ тс, для одной колесной пары $B_{оп} = 2,8$ тс, а общая тормозная сила четырехосного вагонотолкателя ТЭВ-20 для закрепления состава определится исходной расчетной величиной $B = 11,2$ тс.

Применяемый метод становится универсальным, если представить формулы для B и $f(V)$ в графическом виде. На рис. 1 и рис. 2 приводятся результаты выполненных расчетов для вагонотолкателя ТЭВ-20.

На рис. 1 изображена функциональная зависимость веса закрепленного состава от величины уклона участка железнодорожного пути, на котором располагается состав вагонов с вагонотолкателем ТЭВ-20 с учетом собственного веса вагонотолкателя ТЭВ-20 $P = 80$ тс. Если требуется проверить тор-

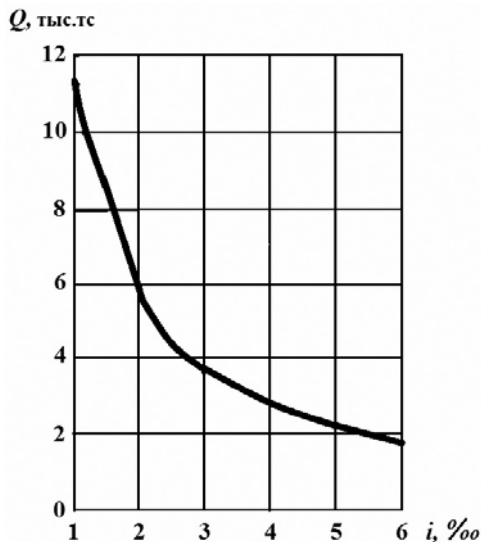


Рис. 1 Вес удерживаемого состава вагонотолкателем ТЭВ-20 в зависимости от величины уклона

Fig. 1 The weight of the car string retained by TEV-20 car puller depending on the track grade

можную эффективность поезда на уклоне 5,4‰ железнодорожного пути, то достаточно провести горизонтальную линию из точки пересечения вертикали при $i = 5,4‰$ и определить максимальный допустимый вес $Q^{max} = 1,9$ тыс. тс закрепленного состава. Следует заметить, что все расчетные операции по закреплению относятся к весу закрепленного подвижного состава.

Если требуется проверить тормозную эффективность состава вагонов с вагонотолкателем ТЭВ-40 (8 тормозных осей), то достаточно выполнить те же действия, но полученный результат (вес удерживаемого состава) следует увеличить вдвое.

Например, при заданном уклоне 2,5‰ для четырехосного ТЭВ-20 находим вес $Q^{max} = 4,3$ тыс. тс; для ТЭВ-40 при восьми осях максимальный вес удерживаемого состава $Q^{max} = 8,6$ тыс. тс.

Приведенные результаты относятся к условиям статического удержания поезда на *подъеме* или *площадке* при макси-

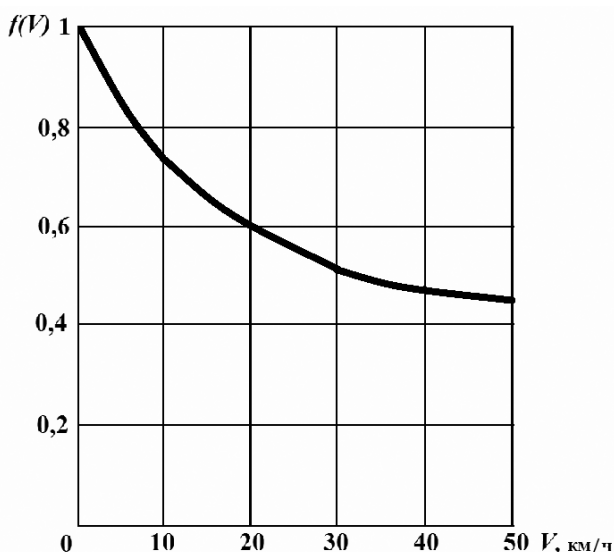


Рис. 2 Зависимость функции $f(V)$ от скорости движения

Fig. 2 Dependence of the $f(V)$ function on the travel speed

мальной силе тормозных колодок. Однако при подаче состава под обработку на спуске поезд движется с определенной скоростью, которая снижает тормозную эффективность в соответствии с зависимостью, приведенной на рис. 2. При технологической остановке поезда на погрузочно-разгрузочном участке необходима проверка не только удержания, но и возможность остановки с учетом пониженной тормозной эффективности, вызванной влиянием скорости движения, как это приведено в расчетной формуле (5) для ТЭВ-20.

$$Q = \frac{11200}{i} f(V). \quad (5)$$

Если установить допустимую скорость движения при технологической операции на спуске, например 5 км/ч, то поправка на скорость составит 0,83. С учетом полученной поправки на скорость, определяемой по диаграмме, величина безопасного уклона (спуска) i должна быть не более $5,4 \cdot 0,83 = 4,5‰$. При соблюдении правила учета поправки не требуется приводить в действие автотормоза всего состава вагонов для остановки на спуске 4,5‰.

Принципом удержания состава вагонов на уклоне является условие возможности остановки состава вагонов на заданном спуске, которая определяется величиной скорости движения. С этой целью вначале следует задать скорость движения V_p на спуске, определить для заданной скорости значение функции $f(V)$ и величину тормозной силы при этой скорости, а затем определить допускаемый вес удерживаемого состава вагонов.

При расчетах не учитывалось удельное сопротивление движению подвижного состава w_0 , которое составляет незначительную величину для рассматриваемого диапазона скоростей (0,8 кгс/тс) по сравнению с общей удельной тормозной силой, и этот прием направлен на гарантированное расчетное обеспечение безопасности удержания.

Схема электропневматического тормоза

Специалистами ООО «ПромТехТранс» разработана схема дистанционного управления автоматическими тормозами поезда и отдельно вспомогательным электропневматическим тормозом вагонотолкателя типа ТЭВ [4]. С этой целью в линию питания вспомогательного тормоза (см. рис. 3) введен клапан максимального давления [12(2)]. Для дистанционного управления пневматическим тормозом вагонотолкателя типа ТЭВ схема дополнена тормозным электропневматическим реле (ЭПР2), которое вместе с тормозной линией от воздухораспределителя (ВР) подключено к линии тормозных цилиндров [13(1, 2, 3, 4)] через логический элемент «или», выполненный в виде переключательного клапана (ПК = 11).

Воздухораспределитель (ВР) рассчитан только на ступенчатую регулировку давления в тормозных цилиндрах при режимах: порожний 1,4–1,8 кгс/см²; средний 2,8–3,3 кгс/см² и груженный 3,9–4,5 кгс/см². Применение клапана максимального давления [12(2)] позволяет выполнить регулировку максимального давления в тормозных цилиндрах во всем рабочем диапазоне.

В представленной схеме тормозного оборудования применение логического элемента «или» позволяет сохранить свойство автоматичности действия пневматических тормозов всего состава вагонов.

Для контроля давления в пневматической линии тормозных цилиндров [13 (1, 2, 3, 4)] установлен сигнализатор отпуска тормозов в виде пневмоэлектрического реле (ПЭР = 21) с индикатором (СН = 22).

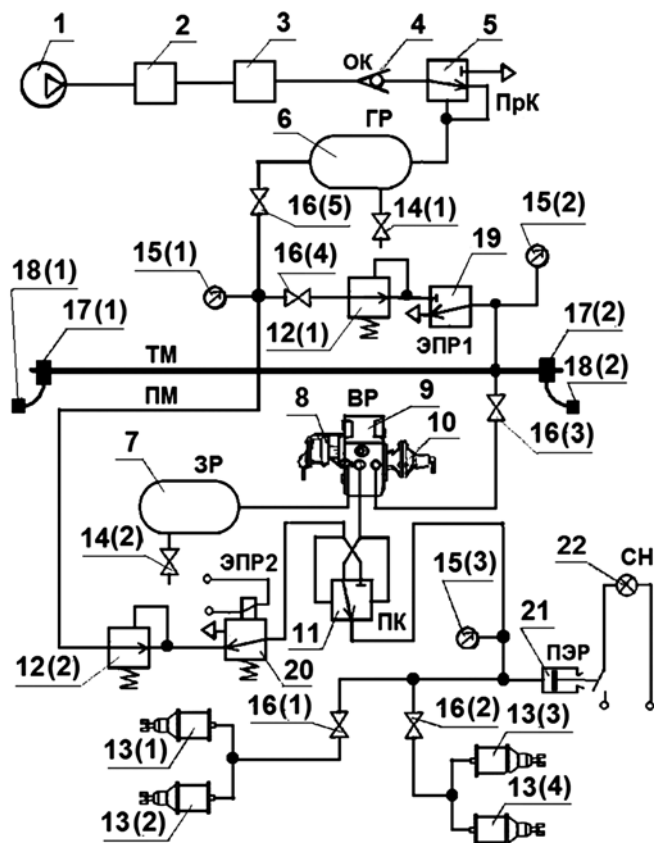


Рис. 3 Схема электропневматического тормоза вагонотолкателя типа ТЭВ:

ПИ — питательная магистраль; ТМ — тормозная магистраль; ВР — воздухораспределитель;
 1 — компрессор; 2 — сепаратор; 3 — осушитель сжатого воздуха; 4 — обратный клапан (ОК); 5 — предохранительный клапан (ПрК — настроен на давление 0,9 МПа); 6 — главный резервуар (ГР); 7 — запасной резервуар (ЗР); 8 — магистральная часть воздухораспределителя (ВР); 9 — двухкамерный резервуар воздухораспределителя (ВР); 10 — главная часть воздухораспределителя (ВР); 11 — переключающий клапан (ПК); 12(1) — клапан максимального давления (настроен на давление 0,55 МПа); 12(2) — клапан максимального давления (настроен на давление 0,30–0,42 МПа); 13(1, 2, 3, 4) — тормозной цилиндр; 14(1, 2) — спускной кран для продувки резервуара; 15(1) — манометр давления сжатого воздуха в питательной магистрали; 15(2) — манометр давления сжатого воздуха в тормозной магистрали; 15(3) — манометр давления сжатого воздуха в тормозных цилиндрах; 16(1, 2, 3, 4, 5) — разобщительный кран; 17(1, 2) — концевой кран; 18(1, 2) — гибкий межвагонный рукав с головкой; 19 — тормозной электропневматический вентиль состава вагонов (ЭПР1); 20 — тормозной электропневматический вентиль вагонотолкателя (ЭПР2); 21 — сигнализатор отпуска тормозов (ПЭР); 22 — индикатор отпуска тормозов

Fig. 3 Electropneumatic brake circuit of the TEV series car puller:

ПИ — feed line; ТМ — break line; ВР — brake control valve;
 1 — compressor; 2 — separator; 3 — compressed air dryer; 4 — non-return valve (OK); 5 — safety-valve (ПрК — pre-set for 0.9 MPa pressure); 6 — main tank (ГР); 7 — back-up tank (ЗР); 8 — main line of the brake control valve (ВР); 9 — double-chamber tank of the brake control valve (ВР); 10 — main body of the brake control valve (ВР); 11 — change-over valve (ПК); 12(1) — maximum pressure valve (pre-set for 0.55 MPa pressure); 12(2) — maximum pressure valve (pre-set for 0.30–0.42 MPa pressure); 13(1, 2, 3, 4) — brake cylinder; 14(1, 2) — drain valve for tank purging; 15(1) — compressed air gauge in the feed line; 15(2) — compressed air gauge in the brake line; 15(3) — compressed air gauge in the brake cylinders; 16(1, 2, 3, 4, 5) — shut-off valve; 17(1, 2) — end valve; 18(1, 2) — flexible intercar hose with an end cap; 19 — braking electropneumatic valve of the car string (ЭПР1); 20 — braking electropneumatic valve of the car puller (ЭПР2); 21 — brake release signalling device (ПЭР); 22 — brake release indicator

Электропневматический тормоз вагонотолкателя типа ТЭВ содержит источник сжатого воздуха, сообщенную с ним питательную магистраль (ПИ), тормозную магистраль (ТМ), тормозные цилиндры [13(1, 2, 3, 4)], а также тормозные электропневматические реле (ЭПР1, ЭПР2). Источник сжатого воздуха содержит компрессорную установку 1 с сепаратором 2 для очистки сжатого воздуха и осушителем сжатого воздуха 3, обратный клапан 4, предохранительный клапан 5, главный воздушный резервуар 6.

Питательная магистраль разделена на два канала, формирующих питательную (ПИ) и тормозную (ТМ) магистрали вагонотолкателя и состава вагонов, перемещаемых вагонотолкателем. На питательной магистрали состава вагонов последовательно установлены клапан максимального давления тормозной магистрали состава вагонов [12(1)], который отрегулирован на давление 0,55 МПа, и тормозное электропневматическое реле состава вагонов (ЭПР1 = 19), выход которого подсоединен к тормозной магистрали состава вагонов. Тормозное электропневматическое реле состава вагонов (ЭПР1 = 19) в обесточенном состоянии соединяет тормозную магистраль (ТМ) с «атмосферой» (железнодорожный термин). На питательной магистрали вагонотолкателя (ПИ) последовательно установлены клапан максимального давления тормозных цилиндров вагонотолкателя [12(2)], который отрегулирован на 0,30–0,42 МПа, и тормозное электропневматическое реле вагонотолкателя (ЭПР2 = 20), выход которого через переключающий клапан (ПК = 11) соединен с тормозными цилиндрами вагонотолкателя [13(1, 2, 3, 4)]; и датчиком давления воздуха в тормозных цилиндрах 21, связанного с сигнализатором отпуска тормозов 22. Тормозной электропневматический вентиль (ЭПР2 = 20) в обесточенном состоянии подпитывает тормозные цилиндры вагонотолкателя [13(1, 2, 3, 4)] через переключающий клапан (ПК=11) сжатым воздухом давлением 0,30–0,42 МПа.

Главный и запасной воздушные резервуары оснащены спускными кранами для продувки резервуаров 14(1) и 14(2) соответственно.

Установленные в воздушных магистралях манометры показывают давление сжатого воздуха в питательной 15(1), тормозной 15(2) и трубопроводах тормозных цилиндров 15(3).

Для отключения отдельных узлов тормозного оборудования применены разобщительные краны 16(1, 2, 3, 4, 5).

Во всех вагонах состава запасной резервуар (ЗР = 7) необходим для заполнения тормозных цилиндров каждого вагона состава при торможении через воздухораспределитель (ВР) каждого вагона состава. При отпуске тормозов запасной резервуар (ЗР = 7) заполняется сжатым воздухом от тормозной магистрали (ТМ) через воздухораспределитель (ВР) каждого вагона состава.

Управление автотормозами при движении поезда и удержании состава вагонов реализуется следующим образом.

Для торможения вагонотолкателя типа ТЭВ достаточно снять напряжение с тормозного электропневматического реле (ЭПР2), которое соединит переключающий клапан (ПК = 11) с клапаном максимального давления [12(2)], отрегулирован на требуемую величину давления в тормозных цилиндрах [13(1, 2, 3, 4)]. Под воздействием давления переключающий клапан (ПК = 11) откроет канал для поступления сжатого воздуха от клапана максимального давления [12(2)] в тормозные цилиндры [13(1, 2, 3, 4)]. Происходит торможение вагонотолкателя типа ТЭВ, остановка поезда и его удержание.

Перед приведением поезда в движение производится отпуск тормоза вагонотолкателя типа ТЭВ подачей напряжения на катушку тормозного электропневматического реле (ЭПР2), которое сообщает линию тормозных цилиндров [13(1, 2, 3, 4)] с «атмосферой» (железнодорожный термин).

Заключение

Для обеспечения безопасности движения поезда при его удержании на уклоне производится расчет допустимой величины уклона железнодорожного участка в зависимости от веса состава вагонов и тормозной эффективности вагонотолкателя серии ТЭВ. Гарантией точности расчетов является дополнительный учет влияния скорости движения на тормозную эффективность вагонотолкателя серии ТЭВ и соблюдения задаваемого норматива скорости.

Гарантией безопасности движения является принятый принцип работы электропневматических реле (ЭПР1, ЭПР2) управления пневматическими процессами, которые в случае несанкционированного снятия напряжения питания вагонотолкателя серии ТЭВ переводят систему вагонотолкателя или состава вагонов в тормозной режим.

При потере питания вагонотолкателя серии ТЭВ оба реле управления электропневматическим тормозом [тормозное электропневматическое реле вагонотолкателя (ЭПР2 = 20) и тормозное электропневматическое реле состава вагонов (ЭПР1 = 19)] теряют питание. В этом случае тормозное электропневматическое реле состава вагонов (ЭПР1 = 19) соединяет тормозную магистраль (ТМ) с «атмосферой» (железнодорожный термин). Падение давления в тормозной магистрали состава вагонов вызывает срабатывание воздухораспределителей каждого вагона, а от них срабатывание пневматических тормозов всех вагонов состава. Под воздействием давления переключающий клапан (ПК = 11) откроет канал для поступления сжатого воздуха от воздухораспределителя (ВР) вагонотолкателя серии ТЭВ в тормозные цилиндры 13(1,2,3,4), что приведет к срабатыванию тормозов самого вагонотолкателя. Происходит остановка вагонотолкателя серии ТЭВ и всех вагонов состава и их удержание как тормозом вагонотолкателя серии ТЭВ, так и тормозами ва-

гонов всего состава. Эта ситуация является экстремальной и помогает удерживать состав вагонов с вагонотолкателем серии ТЭВ в заторможенном состоянии.

Особенностью применяемого технологического процесса погрузочно-разгрузочного комплекса является выполнение операций при полностью заряженной тормозной сети состава вагонов с достаточным применением только тормоза вагонотолкателя серии ТЭВ. Такой метод резервирования тормозной системы состава вагонов обеспечивает полную тормозную эффективность поезда в случае нештатной ситуации за счет приведения в действие всех тормозов поезда с помощью тормозного электропневматического реле состава вагонов (ЭПР1).

Список литературы

1. Крылов В.И., Крылов В.В., Ефремов В.Н., Демущкин П.Т. *Тормозное оборудование железнодорожного подвижного состава: справочник*. М.: Транспорт; 1989. 487 с.
2. Гребенюк П.Т. *Правила тормозных расчетов*. М.: Интекст; 2004. 102 с.
3. Глушко М.И., Антропов А.Н. Оценка тормозной эффективности маневрового состава. *Локомотив*. 2010;(10):34–36.
4. Одинокоев О.И., Рошинцев О.И., Смирнов В.П. *Электропневматический тормоз вагонотолкателя (варианты)*: Патент № 2661175 от 12.07.2018 г.

References

1. Krylov V.I., Krylov V.V., Efremov V.N., Demushkin P.T. *Brake Equipment of Rolling Stock: Reference Book*. Moscow: Transport; 1989. (In Russ.)
2. Grebenyuk P.T. *Brake Design Rules*. Moscow: Intekst; 2004. (In Russ.)
3. Glushko M.I., Antropov A.N. Assessment of Changing Train Braking Efficiency. *Locomotive*. 2010;(10):34–36. (In Russ.)
4. Odiokov O.I., Roshinets O.I., Smirnov V.P. *Car Puller Electrically Operated Compressed Air Brake (Options)*: Patent No. 2661175 dated 12.07.2018 (In Russ.)



ООО «ПРОМТЕХТРАНС»

620026, Свердловская область, Екатеринбург,
ул. Луначарского, д.194, офис 220
тел./факс: +7 (343) 261-32-04, 261-57-40
e-mail: info@ptt-ural.ru • www.ptt-ural.ru

Информация об авторах

Марат Иванович Глушко – доктор технических наук, профессор.
Валерий Павлович Смирнов – технический руководитель
ООО «ПромТехТранс», г. Екатеринбург, Российская Федерация;
e-mail: ps@ptt-ural.ru, svp1952@rambler.ru

Information about the authors

Marat I. Glushko – Doctor of Engineering, Professor.
Valery P. Smirnov – Technical Manager PromTechTrans LLC, Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: ps@ptt-ural.ru, svp1952@rambler.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 27.05.2019
Одобрена рецензентами: 19.06.2019,
12.07.2019
Принята к публикации: 21.07.2019

Article info

Received: 27.05.2019
Reviewed: 19.06.2019, 12.07.2019
Accepted: 21.07.2019