

защитным покрытием и закрепляют за верхние увязочные устройства полувагона двумя проволочными обвязками. Для предохранения защитного покрытия труб верхнего яруса под проволочные обвязки укладывают подкладки («коврики») из деревянных брусков, соединенных между собой металлической лентой и гвоздями. Загруженные трубами полувагоны формируются в маршрутные поезда на станции отправления и не подлежат роспуску с сортировочных горок. Следует отметить разработки по пакетированию труб на заводах-изготовителях, предусматривающие элементы крепления пакетов на транспортном средстве, аналогичные креплениям контейнеров. Применение заводского способа пакетирования труб позволит уменьшить затраты на выполнение погрузочно-разгрузочных работ особенно при неоднократной смене используемого вида транспорта.

Разработка внутриконтинентальных интермодальных грузовых единиц с расширенной грузопригодностью является наиболее перспективным направлением, которое может резко увеличить объем евразийских контейнерных перевозок. По своей конструкции и функциональным возможностям они должны обеспечивать размещение и крепление в них леса, пиломатериалов, нефтегазовых труб, металлопроката, а также интермодальную перевозку сырьевых грузов и грузов малой степени переработки в страны Европы и в порты по железным дорогам колеи 1520 и 1435 мм с перегрузкой на стыках дорог с фитинговых платформ колеи 1520 мм на фитинговые платформы колеи 1435 мм, внутренним водным транспортом на баржах, на конечных участках – автотранспортом, а на обратном пути использоваться для перевозки внутри них универсальных контейнеров стандарта ISO и европейских сменных кузовов с грузами большей степени переработки.

УДК 629.4.077.5: 629.423.1

ДОПУСКАЕМАЯ ДЛИНА ПОЕЗДА ПРИ ВЕДЕНИИ ЭЛЕКТРОВОЗОМ БКГ1 ИЗ УСЛОВИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ

*Э. И. ГАЛАЙ, П. К. РУДОВ, Е. Э. ГАЛАЙ, В. И. КОНОВАЛОВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

На Белорусской железной дороге эксплуатируются двухсекционные электровозы БКГ1, имеющие мощность в длительном режиме 9600 кВт, что позволяет водить поезда повышенного веса и повышенной длины. Электровоз снабжен двумя роторно-винтовыми компрессорными установками SL24-11 производительностью 2400 л/мин каждая.

Компрессорная установка должна обеспечивать производство сжатого воздуха в необходимом количестве, достаточном для торможения поезда, пополнения утечек из тормозной системы и для потребления на служебные нужды локомотива.

Максимальное количество вагонов в поезде в этом случае можно определить из равенства общего часового расхода воздуха в поезде и вырабатываемого компрессорными установками электровоза за это же время.

Общий часовой расход воздуха в поезде, который должен подаваться компрессором при частых торможениях,

$$Q_{об} = Q_{утс} + Q_{утл} + Q_{тор} + Q_{др}, \quad (1)$$

где $Q_{утс}$ – расход на утечки из магистрального воздухопровода и других приборов тормозной системы состава, л/ч; $Q_{утл}$ – расход на утечки из питательной магистрали локомотива, л/ч; $Q_{тор}$ – расход на торможение, л/ч; $Q_{др}$ – другой расход (свисток, песочницы, тифон), л/ч.

Расходы на утечки из тормозной сети $Q_{утс}$ и на торможение $Q_{тор}$ зависят от количества вагонов в поезде. Утечки рассчитывали из условия допускаемого снижения давления в тормозной магистрали на 0,02 МПа за одну минуту [1] с учетом объема магистрального трубопровода $V_{тм}$ (принят для четырехосного крытого вагона 13,7 л [2]), запасного резервуара и рабочих объемов воздухораспределителя.

При расчете расхода воздуха на торможение учитывали объем тормозной сети за вычетом объема рабочей камеры, где при торможении практически сохраняется зарядное давление. Среднюю

величину снижения давления в тормозной сети принимали равной 0,08 МПа, а среднее количество регулировочных торможений в час для наиболее неблагоприятных случаев в условиях эксплуатации на Белорусской железной дороге пневматическим тормозом принимали равным четырем.

Расходы $Q_{\text{утл}}$, $Q_{\text{др}}$ не зависят от количества вагонов.

В качестве исходных данных для расчета расхода на утечки из питательной магистрали электропоезда принимали объем главных резервуаров 2000 л и допустимую величину снижения давления в главных резервуарах на 0,05 МПа за 6,5 минут [1]. В результате получено $Q_{\text{утл}} = 9230$ л/ч.

Расход воздуха на работу песочниц определяли по формуле

$$Q_{\text{п}} = \frac{\Delta p_{\text{грп}} t_{\text{п}}}{p_0 t_3} V_{\text{гр}} N, \quad (2)$$

где $\Delta p_{\text{грп}}$ – величина снижения давления в главных резервуарах при отключенных компрессорах за время t_3 при включении песочниц, МПа; $t_{\text{п}}$ – среднее время разового включения песочниц, с; $V_{\text{гр}}$ – объем главных резервуаров, л; N – количество включений песочниц в час; p_0 – атмосферное давление, МПа.

На основании эксплуатационных данных при ведении поезда массой более 6000 т на неблагоприятном профиле пути песочницы электропоезда БКГ1 включаются 60–90 раз. Время включения песочницы составляет 2–10 с. Экспериментально установлено, что при включении песочниц на время $t_3 = 10$ с давление в главных резервуарах снижается на величину $\Delta p_{\text{грп}} = 0,02$ МПа. Принимая усредненные значения $t_{\text{п}}$ и N , получили расход воздуха на песочницы равным 18000 л/ч. Расход воздуха на остальные нужды принимали 4000 л/ч. Тогда общий расход воздуха, не зависящий от количества вагонов, составил 31230 л/ч.

Продолжительность включения роторно-винтового компрессора SL24-11 может составлять 100 % без потери его работоспособности. Учитывая временное отключение компрессоров при прохождении нейтральных вставок, а также возможное снижение производительности компрессора в эксплуатации из-за несвоевременного включения, можно принять продолжительность включения компрессора 90 %. В этом случае за 1 час две компрессорные установки электропоезда БКГ1 подают в главные резервуары объем воздуха $Q_{\text{к}} = 2 \cdot 2400 \cdot 0,9 \cdot 60 = 259200$ л/ч.

Максимальное количество вагонов в поезде, рассчитанное из равенства $Q_{\text{к}} = Q_{\text{об}}$, 146 единиц.

В эксплуатации возможны случаи начала отпуска тормозов после полного служебного торможения при минимально допустимом автоматическим регулятором давления в главных резервуарах. В этом случае магистральный воздухопровод (без запасных резервуаров и рабочих объемов воздухораспределителей) должен зарядиться до рабочего зарядного давления за счет использования перепада давления в главных резервуарах электропоезда при неработающих компрессорах [3].

Максимальное количество вагонов в поезде по этому условию может быть определено из уравнения

$$\Delta p_{\text{гр}} V_{\text{гр}} = \Delta p_{\text{пст}} V_{\text{тм}} m, \quad (3)$$

где $\Delta p_{\text{гр}}$ – допустимый перепад давления в главных резервуарах, при минимально допустимом автоматическим регулятором давления в главных резервуарах 0,75 МПа и зарядном давлении в магистрали 0,55 МПа, $\Delta p_{\text{гр}} = 0,75 - 0,55 = 0,20$ МПа; $\Delta p_{\text{пст}}$ – величина снижения давления в тормозной магистрали при полном служебном торможении, $\Delta p_{\text{пст}} = 0,15$ МПа [1]; m – количество вагонов в поезде.

Исходя из уравнения (3), максимальное количество вагонов равно 195.

Восстановление полного зарядного давления в запасных резервуарах длинносоставных грузовых поездов должно быть обеспечено после [1]:

– полного служебного торможения в течение не более 3 мин с использованием перепада давления в главных резервуарах в 0,2 МПа;

– экстренного торможения в течение не более 5 мин с использованием перепада давления в главном резервуаре от 0,90 МПа до 0,55 МПа.

Для расчета максимального количества вагонов из этих условий составим уравнение баланса расхода воздуха

$$Q_k t_{от} + \frac{\Delta p_{гр}}{P_0} V_{гр} = m \left(\frac{\Delta p_{тм}}{P_0} (V_{тм} + V_{зм}) + \frac{\Delta p_{утс}}{P_0} (V_{тм} + V_{зр} + V_{вр}) t_{от} + \frac{\Delta p_{утл}}{P_0 t_{л}} V_{гр} t_{от} + \frac{\Delta p_{зр}}{P_0} V_{зр} \right), \quad (4)$$

где $t_{от}$ – расчетное время отпуска тормозов и подзарядки запасного резервуара до полного зарядного давления; $\Delta p_{тм}$ – величина снижения давления в тормозной магистрали. При полном служебном торможении $\Delta p_{тм} = \Delta p_{пст} = 0,15$ МПа, при экстренном торможении $\Delta p_{тм} = 0,5$ МПа [3]; $V_{зм}$ – объем золотниковой и магистральной частей воздухораспределителя; $\Delta p_{утс}$ – допускаемое снижение давления в тормозной системе вагона в течение 1 мин через неплотности при отсутствии ее питания, $\Delta p_{утс} = 0,02$ МПа [1]; $V_{зр}$ – объем запасного резервуара вагона, $V_{зр} = 78$ л; $V_{вр}$ – общий объем всех камер воздухораспределителя, для воздухораспределителей № 483 $V_{вр} = 12$ л; $\Delta p_{утл}$ – допускаемое снижение давления в питательной магистрали локомотива за время $t_{л} = 6,5$ мин при отключенных регулятором давления компрессорах, $\Delta p_{утл} = 0,05$ МПа [1]; $\Delta p_{зр}$ – величина снижения давления в запасных резервуарах при полном служебном и экстренном торможениях.

Величину $\Delta p_{зр}$ находили из условия изменения давления в запасном резервуаре и тормозном цилиндре по изотермическому закону. При этом расход воздуха на торможение определяли в зависимости от величины среднего давления в тормозных цилиндрах при соответствующем режиме воздухораспределителя и величины среднего значения нормативного выхода штока.

Также учитывали, что при отпуске тормозов после служебного и экстренного торможений компрессор работает непрерывно (продолжительность включения 100 %). После подстановки в уравнение (4) известных данных получили:

- при полном служебном торможении: для состава из груженых вагонов $m = 137$ вагонов; для состава из порожних вагонов $m = 156$ вагонов;
- при экстренном торможении: для состава из груженых вагонов $m = 125$ вагонов; для состава из порожних вагонов $m = 134$ вагонов.

Расчеты максимального количества вагонов выполнены с учетом наиболее неблагоприятных условий ведения поезда (максимальные допускаемые утечки сжатого воздуха из тормозной системы вагонов, из питательной магистрали локомотива, наибольший расход воздуха и т. д.).

Максимальное количество вагонов в поезде ограничено условием восстановления полного давления в запасных резервуарах после полного служебного и экстренного торможений и составляет 125 вагонов для груженого состава и 134 вагона для порожнего состава.

Список литературы

- 1 Правила технического обслуживания тормозного оборудования и управления тормозами железнодорожного подвижного состава : утв. 6-7.05.2014. – М. : Совет по ж.-д. трансп. гос-в – участн. Содр-ва, 2014. – 268 с.
- 2 Тормозное оборудование железнодорожного подвижного состава : справ. / В. И. Крылов [и др.]. – М. : Транспорт, 1989. – 487 с.
- 3 **Казаринов, В. М.** Автотормоза / В. М. Казаринов. – М. : Транспорт, 1974. – 240 с.

УДК 629.463.62.002.7

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ДЛИННОМЕРНЫХ ГРУЗОВ НА СЦЕПЕ ВАГОНОВ

М. Г. ГЕГЕДЕШ, А. В. ВОРОЖУН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Значительную часть транспортируемых грузов составляют длинномерные, например, металлопрокат и железобетонные изделия. Динамика таких грузов при транспортировке отличается для случаев погрузки на один вагон, сцеп вагонов или сочлененные вагоны. Наибольшие динамические нагрузки возникают при перевозке длинномерных грузов на сцепе вагонов за счет провисания меж-