

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034988**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.04.15

(51) Int. Cl. **B60M 1/13 (2006.01)**
B60M 1/22 (2006.01)

(21) Номер заявки
201700598

(22) Дата подачи заявки
2017.12.27

(54) **КОНТАКТНАЯ СЕТЬ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ МАГИСТРАЛИ**

(43) **2019.06.28**

(56) RU-C1-2266212
RU-C1-2264931
RU-C1-2185969
EP-B1-2631107

(96) **2017000164 (RU) 2017.12.27**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ
ОБЩЕСТВО "РОССИЙСКИЕ
ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Артемов Михаил Александрович,
Кудряшов Евгений Владимирович
(RU)**

(57) Изобретение относится к железнодорожному транспорту и может быть использовано при создании контактных сетей высокоскоростной железнодорожной магистрали. Техническим результатом является обеспечение надежной работы контактной сети при скоростях движения электроподвижного состава до 400 км/ч в различных климатических условиях. Контактная сеть высокоскоростной магистрали содержит закрепленную на промежуточных опорах контактную подвеску, включающую контактный провод, соединенный с несущим тросом с помощью струн, равномерно распределенных по длине пролета контактной подвески, и подрессорные струны, соединяющие контактный провод с рессорным тросом, и устройство натяжения контактной подвески, размещенное на границах анкерного участка, расстояние между струнами, распределенными по длине пролета контактной подвески, в 1,5-2 раза меньше расстояния между крайней нерессорной струной и смежной с ней подрессорной струной, устройство натяжения контактной подвески выполнено с возможностью обеспечения натяжения контактного провода не менее 36 кН, при котором натяжение несущего троса составляет не менее 28 кН, а коэффициент неравномерности эластичности контактной подвески составляет не более 1,3.

B1

034988

034988

B1

Изобретение относится к железнодорожному транспорту и может быть использовано при создании контактных сетей высокоскоростной железнодорожной магистрали.

Известна контактная сеть высокоскоростной магистрали, в которой контактная подвеска Re 250, размещенная на опорных конструкциях контактной сети через изоляторы, состоящая из несущего и рессорного тросов и соединенного с ними при помощи струн контактного провода, рассчитанная на скорость 250 км/ч. (Улучшение контактной подвески Re250 для новых высокоскоростных линий Германии// Kicssling F., Bauer E.K.-H., Eehmann M.H., Werner G.// Elek. Bahnen, 1991 - 89, 11 - с. 421-422).

Возможность достижения более высоких скоростей на контактных подвесках в известном техническом решении обеспечивается увеличением натяжений проводов цепной подвески, определяющих частоту собственных колебаний системы токоприемник - контактная подвеска и скорость с распространения поперечных колебаний в контактном проводе. Предотвращение резонансных явлений разного порядка, определяющих ухудшение условий токосъема при больших скоростях движения электроподвижного состава, достигается дополнительными мерами, заключающимися в точной регулировке стрел провеса контактного провода и демпфирования колебаний системы контактная подвеска - токоприемник.

При движении токоприемника со скоростями V , превышающими скорость, соответствующую главному резонансу системы, амплитуда колебаний провода и токоприемника уменьшается. Однако при дальнейшем увеличении скорости V и приближении ее к скорости волны C имеет место значительное увеличение отжатия контактного провода, делая невозможным обеспечение качественного токосъема. По этой причине, контактные подвески используются в диапазоне $V < C$, а именно при скоростях движения токоприемника V , не превосходящих 70% от скорости распространения поперечной волны C в контактном проводе.

Недостатком известной контактной подвески является невозможность её использования при скоростях, превышающих 250 км/ч.

Наиболее близким аналогом является контактная сеть высокоскоростной магистрали, в которой контактная подвеска Re 330, подвешенная на опорных конструкциях контактной сети через изоляторы, состоящая из несущего и рессорного тросов и соединенного с ними при помощи струн контактного провода, рассчитанная на скорость движения подвижного состава до 330 км/ч (Новая высокоскоростная контактная подвеска Re 330 Германии// Kiebling F., Semrau M., Tessun H., Zweig B.-W.// Elek. Bahnen. - 1994. - 92, 8. - с. 234-240).

Увеличение конструкционной скорости достигнуто увеличением натяжений контактного провода и несущего троса. Так, натяжение контактных проводов Re 330 составляют 27 кН при натяжении контактного троса 21 кН. Увеличение натяжения контактного провода потребовало замены медного провода на дорогостоящий контактный провод марки RiM из специального медно-никелевого сплава, который отличается повышенной прочностью на растяжение.

Недостатком высокоскоростной контактной подвески является невозможность ее безопасного использования при скорости движения подвижного состава, превышающей 330 км/ч в различных климатических условиях.

Задача, на решение которой направлено настоящее изобретение, заключается в создании контактной сети для высокоскоростного движения электроподвижного состава со скоростью до 400 км/ч.

Технический результат заключается в обеспечении надежной работы контактной сети при скоростях движения электроподвижного состава до 400 км/ч в различных климатических условиях.

Технический результат достигается тем, что в контактной сети высокоскоростной магистрали, содержащей закрепленную на промежуточных опорах контактную подвеску, включающую контактный провод, соединенный с несущим тросом с помощью струн, равномерно распределенных по длине пролета контактной подвески, и подрессорные струны, соединяющие контактный провод с рессорным тросом, и устройство натяжения проводов контактной подвески на границах анкерного участка, расстояние между струнами, распределенными по длине пролета контактной подвески, в 1,5-2 раза меньше расстояния между крайней нерессорной струной и смежной с ней подрессорной струной, устройство натяжения контактной подвески выполнено с возможностью обеспечения натяжения контактного провода не менее 36 кН, при котором натяжение несущего троса составляет не менее 28 кН, а коэффициент неравномерности эластичности контактной подвески составляет не более 1,3.

Существо предложения поясняется чертежом, на котором представлена предлагаемая контактная сеть высокоскоростной магистрали.

Контактная сеть высокоскоростной магистрали содержит закрепленную на промежуточных опорах с консолями 1 контактную подвеску, включающую контактный провод 2, соединенный с несущим тросом 3 с помощью струн 4, равномерно распределенных по длине пролета контактной подвески, и подрессорные струны 5, соединяющие контактный провод 2 с рессорным тросом 6, и устройство натяжения контактной подвески, размещенное на границах анкерного участка (на чертеже не показано), расстояние между струнами 4, распределенными по длине пролета контактной подвески, в 1,5-2 раза меньше расстояния между нерессорной струной 4 и смежной с ней рессорной струной 5, устройство натяжения контактной подвески выполнено с возможностью обеспечения натяжения контактного провода не менее 36 кН, при котором натяжение несущего троса составляет не менее 28 кН, а коэффициент неравномерности

эластичности контактной подвески k_3 , составляет не более 1,3.

Контактная сеть высокоскоростной магистрали реализована следующим образом.

Максимальная скорость движения электропоездов на высокоскоростной магистрали, а следовательно, и скорость движения токоприемников по контактной сети составляет 400 км/ч. Суровые климатические условия в России по сравнению с климатическими условиями большинства зарубежных стран вносят дополнительные коррективы в необходимость усиления контактной подвески высокоскоростных магистралей (ВСМ). К числу таких факторов относятся диапазон изменения температур и другие воздействия внешней среды.

Одной из наиболее сложных проблем, которую приходится решать при проектировании контактной сети ВСМ, является обеспечение надежного токосъема при передаче электрической энергии через скользящий контакт между токоприемником электропоезда и контактным проводом. При отрывах токоприемника от контактного провода или при недостаточной силе контактного нажатия F_k возникает электрическая дуга, что приводит к усиленному электрическому износу контактирующих элементов и ухудшает работу тягового электрооборудования. При слишком сильном нажатии увеличивается механический износ, возникает опасность серьезных повреждений из-за отжатия контактного провода на недопустимую высоту и зацепления токоприемником отдельных элементов конструкции контактной подвески.

При высоких скоростях движения сила контактного нажатия F_k меняется во времени в широких пределах из-за знакопеременной динамической составляющей, зависящей от приведенных масс и вертикальных ускорений элементов токоприемника и контактной подвески. Чтобы уменьшить разброс силы F_k , необходимо решить задачу о механическом взаимодействии токоприемника и контактной подвески при заданных скоростях электропоезда.

Задача решена в два этапа: в статической и в динамической постановке.

При решении этой задачи на первом этапе воздействие токоприемника заменяется силой постоянной величины, действующей на контактный провод снизу вверх. Под действием силы F_k контактный провод поднимается на высоту Δh , которая будет различна в разных точках пролетов. Эластичность контактной подвески в данной точке определяется отношением $e = \Delta h / F_k$. Для оценки неравномерности эластичности используют коэффициент k_3 , неравномерности эластичности:

$$k_3 = \frac{e_{\max}}{e_{\min}}$$

где e_{\max} и e_{\min} - соответственно максимальная и минимальная эластичности в пролете контактной подвески.

Расчеты и опытная проверка на моделях (чертеж) показали, что при применении рессорного троса 6 в опорном узле минимальная эластичность становится больше, чем в подвеске без рессорного троса. За счет этого неравномерность эластичности получается меньше.

Чем более равномерна кривая распределения эластичности в пролете, тем ближе к прямолинейной будет траектория движения полоза токоприемника при взаимодействии с контактной подвеской в динамике, и, следовательно, тем меньше будет разброс силы F_k . Т.е., если выровнять кривую распределения эластичности, то качество токосъема и скоростные качества контактной подвески будут лучше.

Самая жесткая точка рессорной контактной подвески (где эластичность становится минимальной, e_{\min}) находится под первой нерессорной струной 4 (см. чертеж), а чем ближе она к середине пролета, тем больше под ней эластичность. Отодвигая первую струну к середине пролета, повышают e_{\min} , и тем самым достигаем распределение эластичности в пролете более равномерным, а коэффициент k_3 , неравномерности уменьшаем.

Экспериментально установлено и подтверждено расчетами, что наиболее эффективным является расстояние между струнами, распределенными по длине пролета контактной подвески, в 1,5-2 раза меньше расстояния между струной и смежной с ней подрессорной струной 5 и в зависимости от длины пролета составляет 4,75-6, 25 м.

При этом натяжение контактной подвески выполнено таким образом, натяжение контактного провода составляет не менее 36 кН, натяжение несущего троса - не менее 28 кН, а коэффициент k_3 , неравномерности эластичности контактной подвески - не более 1,3.

Динамические расчеты с применением методов математического моделирования взаимодействия "токоприемники - контактная подвеска" подтверждают, что предлагаемый вариант расстановки струн дает определенный выигрыш по качеству токосъема и по скоростным качествам контактной подвески.

С повышением скоростей движения все более важную роль играют колебательные и волновые процессы при взаимодействии токоприемника и контактной подвески. При возмущающих воздействиях от токоприемника по контактной подвеске распространяются поперечные волны.

Токоприемник, воздействуя на контактный провод, создает волны, которые распространяются от него в обоих направлениях со скоростью, близкой к V_C .

$$V_C = \sqrt{\frac{T + K}{m_{HT} + m_{КП}}}$$

где V_C - скорость распространения волны;

Т - натяжение несущего троса;
 К - натяжение контактного провода;
 m_{HT} - распределенная масса несущего троса;
 $m_{КП}$ - распределенная масса контактного провода.

При приближении скорости движения токоприемника к скорости распространения волны отжатие контактного провода стремительно возрастает, а качество токосъема резко ухудшается.

В соответствии с международными нормами (IEC 60913 и EN 50119 и др.) скорость движения высокоскоростного поезда должна составлять не более 70% от скорости распространения волны. Т.е. должен быть определен запас: токоприемник должен отставать от волны, которую он создает, хотя бы на 30% по скорости. Это связано, в том числе с тем, что реальная скорость распространения волны по контактной подвеске несколько меньше, чем скорость, полученная из волнового уравнения при идеализации системы. В реальной контактной подвеске колеблющиеся массы больше, чем просто массы проводов, т.к. на них расположены зажимы, струны, рессорные тросы, фиксаторы, электросоединители и другие узлы.

Таким образом, если скорость электропоездов составляет 400 км/ч, то скорость распространения волны по подвеске должна быть не менее 570 км/ч. С этой целью устройство натяжения контактной подвески выполнено с возможностью обеспечения натяжения контактного провода не менее 36 кН, при котором натяжение несущего троса составляет не менее 28 кН, а для контактной подвески использованы высокопрочные провода.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Контактная сеть высокоскоростной магистрали, содержащая закрепленную на промежуточных опорах контактную подвеску, включающую контактный провод, соединенный с несущим тросом с помощью струн, равномерно распределенных по длине пролета контактной подвески, и подрессорные струны, соединяющие контактный провод с рессорным тросом, и устройство натяжения контактной подвески, размещенное на границах анкерного участка, отличающаяся тем, что расстояние между струнами, распределенными по длине пролета контактной подвески, в 1,5-2 раза меньше расстояния между крайней нерессорной струной и смежной с ней подрессорной струной, устройство натяжения контактной подвески выполнено с возможностью обеспечения натяжения контактного провода не менее 36 кН, при котором натяжение несущего троса составляет не менее 28 кН, а коэффициент k_z неравномерности эластичности контактной подвески составляет не более 1,3.

