

УДК.621.336.01

РАВНОЭЛАСТИЧНАЯ, КОНТАКТНАЯ ПОДВЕСКА С ДВУМЯ НЕСУЩИМИ ТРОСАМИ ДЛЯ СКОРОСТНЫХ ЛИНИЙ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

¹РАГИМОВ Р.Г., ¹РАГИМОВ С.Р., ¹РАГИМОВ А.Р., ²МАМЕДЗАДЕ Д.А.

¹"АТЕФ Группа компаний".

²Azərbaycan Texniki Universiteti

E-mail: ragim1953@mail.ru

На отдельном участке АЖД монтировано равно эластичная контактная подвеска с двойным несущим тросом без рессорного троса в опорном узле. Равно эластичность контактного провода обеспечивается с применением “У” образной струны. После применения “У” образной струны, улучшаются технические показатели существующих контактных подвесок, повышается скорость движения пассажирских поездов от 140км/час до 250км/час. Получены расчетным путем статические и динамические параметры контактной подвески после применения “У” образной струны в определенных точках в пролете. Установлено, что с применением новых контактных подвесок существенно улучшается качество токосъема обеспечивающая на скоростных линиях движение поездов.

Ключевые слова: контактная подвеска с двойным несущим тросом, качественный токосъем, высокоскоростной пассажирский поезд. Опора контактной сети.

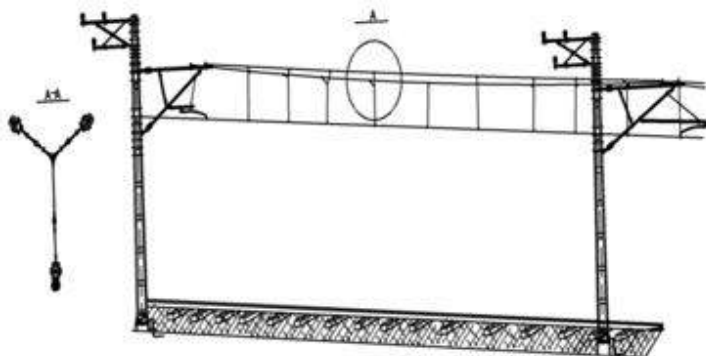


Рис.1. Равно эластичная контактная подвеска с опорными струнами.

Контактная подвеска с двойным несущим тросом монтируется без рессорного троса. Эластичность в опорном узле обеспечивается с установкой специальных рычагов на несущих тросах

Для обеспечения равной эластичности контактной подвески в пролете, на жестких зонах опорного узла на трех точках от оси опор устанавливают “У” образные струны. Длины горизонтальной части “У” образной струны выбирают в зависимости от точки расположения струн. Чем дальше установлена “У” образная струна, тем короче горизонтальная часть струны.

Выбор длины горизонтальной части зависит также от, заданных параметров несущих тросов (сопротивлений изгибу и натяжений).

Слабина “У” образных струн при проходе токоприемника, компенсируется несущими тросами продвигающимися в противоположные стороны по причине нахождения тросов предварительно напряженном состоянии. В результате слабина струн не происходит. Продвигающиеся в противоположные стороны несущие тросы уменьшают жесткость контактного провода, помогая подниматься струнам и тем самым уравнивая жесткость контактного провода в пролете. Уравнения равновесия системы подвеса контактного провода в статике. Расчетная схема представлено на рис.2.

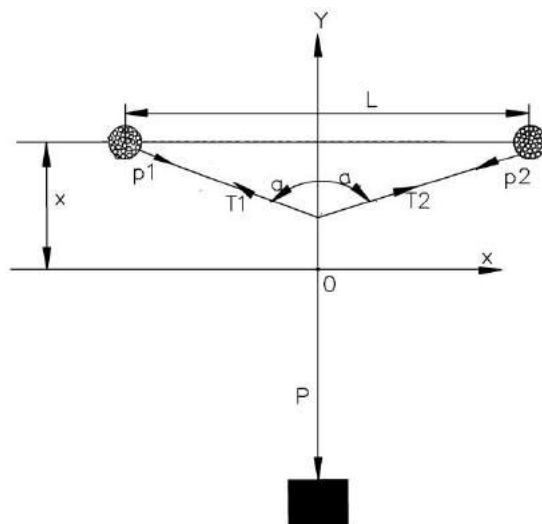


Рис.2. Расчетная схема “У” образной струны.

$$T_2 \sin \alpha - T_1 \sin \alpha = 0,$$

$$T_1 \cos \alpha + T_2 \cos \alpha - P = 0$$

Поскольку $T_1 = T_2 = p$, то из второго уравнения системы найдем: $2p \cos \alpha = P$

Так как $\cos \alpha = \frac{2}{\sqrt{L^2 + 4x^2}}$ то, $P = \frac{4}{\sqrt{L^2 + 4x^2}} px$,

$$X = \frac{P}{2\sqrt{4p^2 - P^2}} L$$

Изменяя длину горизонтальных частей “У” образных струн можно добиться нужной жесткости контактного провода в определённой точке пролета контактной подвески.

Для определения динамических характеристик подвески, составим дифференциальное уравнение свободного движения стержня струны. В контактной подвеске струны шарнирно закреплены верхним концом и удерживаются в вертикальном положении предварительно напряженными несущими тросами (рис.1.). Стержень струны находится в поле сил тяжести контактного провода. Трением пренебрегаем.

В этом случае воспользуемся уравнением Лагранжа II рода. Положение стержня любой момент времени определяется углом α отклонения его от горизонтали. Учитывая, что потенциальная энергия зависит только от координат и не зависит от скоростей, получим.

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_r} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_r} + \frac{\partial U}{\partial q_r} = Q_r. \quad (1)$$

Уравнение Лагранжа II рода.

Кинетическая энергия стержня определено формулой ,

$$T = \frac{I\dot{\alpha}^2}{2}.$$

где; I -момент инерции стержня относительно точки подвеса.

Потенциальная энергия системы состоит из двух частей –потенциальной энергии деформации несущего троса U_1 и потенциала силы тяжести U_2 ;

$$U_1 = \frac{c\alpha^2}{2}.$$

где; c -жесткость троса; потенциал U_2 равен произведению веса стержня и контактного провода mg на величины снижения высоты его центра тяжести $R(1-\cos\alpha)$;

$$U = U_1 + U_2 = \frac{c\alpha^2}{2} + mg R(1-\cos\alpha); \quad (2)$$

Находим;

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{\alpha}} = I\dot{\alpha}; \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\alpha}} \right) = I\ddot{\alpha}; \quad \frac{\partial T}{\partial \alpha} = 0; \quad \frac{\partial U}{\partial \alpha} = c\alpha + mg R \sin\alpha. \quad (3)$$

Подставляя эти величины в уравнение (1) и учитывая, что $Q_r=0$, получим уравнение движения в виде.

$$I\ddot{\alpha} + c\alpha + mg R \sin\alpha = 0. \quad (4)$$

Это уравнение можно получить и на основании принципа Даламбера, приравнивая к нулю сумму моментов относительно точки подвеса сил инерции ($-I\ddot{\alpha}$), момента ($-c\alpha$), создаваемого гибкостью троса и момента силы тяжести ($-mgR \sin\alpha$).

Уравнение (4) можно решить при малых углах отклонений стержня разлагая $\sin\alpha$ в ряд и учитывая только первый член ряда. Таким образом получаем приближенный линейное уравнение, описывающий изменений положения струны в предлагаемом узле контактной подвески;

$$I\ddot{\varphi} + \varphi(c + mg R) = 0.$$

Предложенная контактная подвеска обладает и другими важными качествами. По сравнению с прототипом она является более ветроустойчивой, поскольку часть струн, соединяющих свободные концы рычагов с контактным проводом, расположены под значительным углом к вертикали и оттягивают контактный провод в сторону оси пути.

Для оценки достижения качественного токосъема при скоростном движении пассажирских поездов необходимо определить среднее значение контактного нажатия F_{cp} и его среднеквадратичное отклонение σ с учетом скорости и направления движения:

$$M(F) = F_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (F_i); \quad \sigma_{(F)} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (F_i - F_{cp})^2}$$

где n — количество измерений; i — номер измерения.

После обработки опытных данных по диаграмме зависимости среднеквадратичного отклонения контактного нажатия от скорости движения, оценено качество токосъема в реальных условиях. Чем меньше значение среднеквадратичного отклонения контактного нажатия, тем лучше качество токосъема.

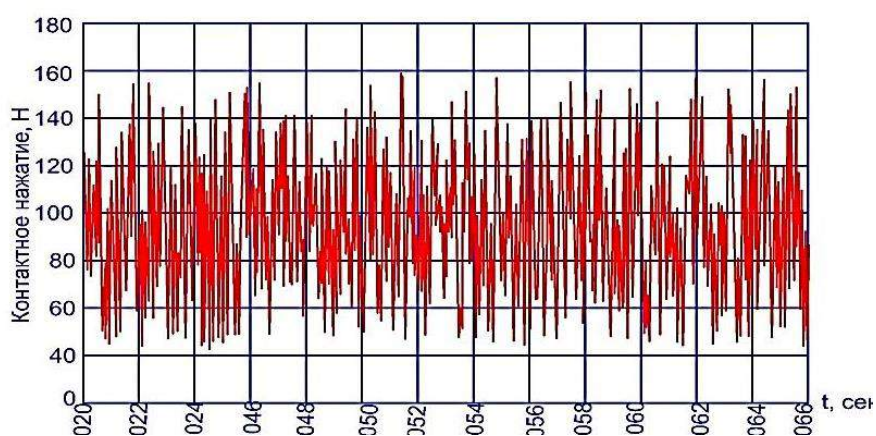


Рис.3. Диаграмма зависимости среднеквадратичного отклонения контактного нажатия от скорости движения.

Принцип работы предложенного подвеса контактного провода в том, что при воздействии токоприемником ЭПС контактного провода, струна в подвеске не расслабляется, как в типовых подвесках, а передвигается в разные стороны предварительно напряжёнными несущими тросами. В предложенной контактной подвеске жесткость (эластичность) подвешивания контактного провода под каждого пролета одинакова, т.е. данная контактная подвеска является равно эластичной. Обусловленные этим свойством подвески обладают стабильным контактом токоприемника, отсутствует местный износ контактного провода около опорной зоны, обеспечивается высокая надежность, как самой контактной подвески, так и токосъема.

Результаты исследования влияния натяжения несущего троса на качество токосъема показали, что применение контактной подвески с двойным несущим тросом позволило улучшить динамические параметры контактной подвески, уменьшается термомеханическая нагрузка на несущий трос без снижения нагрузочной способности и качества токосъема.

Применение контактной подвески с двойным несущим тросом дает возможность повысить скорость движения поездов до 200 км/час на участке Баку – Буюкясык АЖД.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

1. Разработана равно эластичная контактная подвеска с двойным несущим тросом.
2. Исследовано взаимодействие токоприемника с новой контактной подвеской.
3. Определено влияние эластичности “Y” образных струн в пролете. Установлено что, после применения “Y”образной струны улучшаются основные параметры контактной подвески, определяющей качество токосъема.
4. Получен расчетным путем статические и динамические параметры контактной подвески после применения “Y” образной струны в определенных точках в пролете.
5. Установлено, что применение эластичной контактной подвески путем модернизации существующей подвески, даст возможность, повысить скорость движения поездов 250км/ и выше на существующих контактных подвесках.
6. Применение таких контактных подвесок на базе существующих подвесок путем модернизации, существенно снизит финансовые затраты.

-
1. *Рагимов Р.Г.* Полукомпенсированная контактная подвеска с двумя несущими тросами и поперечной компенсацией их линейных деформаций. Сборник научных трудов ВНИИЖТ-а, Москва 1994г.
 2. *Рагимов Р.Г.* Авто компенсированная подвеска. // Электрическая и тепловозная тяга. 1989, № 5. С. 45.
 3. *Рагимов Р.Г.* Совершенствование контактных подвесок. // Электрическая и тепловозная тяга. 1989, № 7. С. 43-44.
 4. *Рагимов Р.Г.* Совершенствование полукомпенсированных контактных подвесок на электрифицированных участках постоянного тока. // Повышение эффективности эксплуатации контактной сети: Сб. науч. тр. М.: Транспорт, 1990. С. 36-41.
 5. *Рагимов Р.Г., Рагимов С.Р., Рагимов А.Р.* Реконструкция системы тягового электроснабжения на линии Баку - БуюкКясик журнал. Железнодорожный транспорт г. Москва № 12-2015г.с.73-75
 6. *Рагимов Р.Г., Рагимов С.Р., Рагимов А.Р.,* Об обеспечении качественного токосъема. журнал. Железнодорожный транспорт г. Москва № 01,2018г.с.75-77
исследовательского института железнодорожного транспорта. –2012.№ 2.С. 47-48.
 7. *Тюрнин П. Г.* Изучение влияния параметров контактной подвески на качество токосъема при различных скоростях движения на основе спектрального анализа изменения контактного нажатия [Текст]/ П. Г. Тюрнин, М.Н. Емельянова //Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. 2014. № 3.С. 46-49.

DƏMİR YOLUNUN SÜRƏTLİ SAHƏLƏRİ ÜÇÜN İKİLİ DAŞIYICI TROSLU VƏ BƏRABƏR ELASTİKLİ KONTAKT ŞƏBƏKƏSƏ ASQISI

RƏHİMOV R.Q., RƏHİMOV S.R., RƏHİMOV A.R., MƏMMƏDZADƏ S.Ə.

Azərbaycan Dəmir Yollarının ayrı hissəsində bərabər elastikli iki daşıyıcı trosu kontak şəbəkəyə asqısı quraşdırılmışdır. Bu kontakt şəbəkəsində kontakt naqilinin aşırım boyu bərabər elastikliyi əldə etmək məqsədi ilə kontakt asqısında “Y” oxşarlı simlər quraşdırılmışdır. Bu simin mövcud şəbəkələrdə quraşdırılması kontakt şəbəkəsində texniki xassələr yüksəlir və nəticədə sərnəşin qatarlarının 140km/saadan 250km/saata qədər sürəti ilə hərəkəti təmin edilir. Kontakt asqısı aşırımının dayacağı yaxın hissələrində “Y” oxşarlı simlərin quraşdırılması

ilə əlaqəli statik və dinamik hesablamalar aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, modernizə edilmiş kontakt asqısı qatarın sürətli hərəkətində keyfiyyətli cərəyan qəbuletməni təmin edir.

Açar sözlər: ikili aparıcı trosu kontakt asqısı, keyfiyyətli cərəyan qəbuletmə. Yüksək sürətli sərnəşin qatarı. Kontakt şəbəkəsi dayağı.

EQUAL ELASTIC, CONTACT SUSPENSION WITH TWO CARRYING CABLES FOR HIGH-SPEED LINES OF RAILWAYS

RAGIMOV R.G., RAGIMOV S.R., RAGIMOV A.R., MAMMADZADEH Ja.A.

In a separate section of AZD, an equally elastic contact suspension with a double suspension cable without a spring cable in the support node is mounted. Equally, the elasticity of the contact wire is ensured with the use of a “Y” shaped string. After applying the “Y” shaped string, the technical characteristics of the existing contact hangers are improved, the speed of movement of passenger trains from 140 km / h to 250 km / h increases. Static and dynamic parameters of a contact suspension are obtained with a calculated way after applying a “Y” shaped string at certain points in the span. It has been established that with the use of a new contact hanger and the quality of current collection is significantly improved, providing train movement on high-speed lines.

Keywords: dual lead pendant pin, high quality current acceptance. High Speed Passenger Train.