

М. КАНЕВСКИ, А. РОЙЕК, А. БЯЛОНЬ (Научно-технический центр железнодорожного транспорта, Отделение электроэнергетики, Варшава, Польша)

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТНЫХ ПОДВЕСОК ТИПОВ 2С120-2С-3, YС120-2СS150 И YС150-2СS150

У статті наведено опис дослідження контактної підвіски, проведене на РКР з 1994 р. з метою визначення оптимальної конструкції контактної підвіски для великих швидкостей руху. Зроблено опис тестувань модернізованої контактної підвіски типу 2С120-2С-3 і нових підвісок типу YС150-2СS150 та YС120-2С150. Дослідженнями доведено, що модернізована контактна підвіска і нові контактні підвіски мають гарну взаємодію з токоприймачами до швидкостей 200 км/год.

В статье описано исследование контактной подвески, проведенное на РКР с 1994 г. с целью определения оптимальной конструкции контактной подвески для больших скоростей движения. Описаны испытания модернизированной контактной подвески типа 2С120-2С-3 и новых подвесок типа YС150-2СS150 и YС120-2С150. Исследованиями доказано, что модернизированная контактная подвеска и новые контактные подвески проявляют хорошее взаимодействие с токоприемниками до скоростей 200 км/ч.

The paper presents the OCL tests that have been carried out from the year 1994 in the PKP's infrastructure, and which aim at construction of an OCL adapted for high speeds. Described were following OCL 2С120-2С-3 (modernised) and new type YС150-2СS150 and YС120-2С150. The tests showed that new OCL (of YС150-2СS150 and YС120-2С150 type) also enable to run with a speed of 200 km/h. It should be noted that probably the speed of 200 km/h is not a limit speed for these OCL types.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Западноевропейские страны приняли значительные меры для повышения скорости движения пассажирских поездов. В Польше тоже уделяется большое внимание данному вопросу.

В последнее время (сентябрь 2006 г.) в Германии на новопроложенном участке Hanover-München достигнут рекорд скорости движения локомотива, равный 357 км/ч. Измерительный поезд был веден электровозом *Eurosprinter*. Локомотив был оборудован токоприемником *Stemmann-Technik GmbH* типа DSA250 с углеродными накладками. В апреле 2007 г. TGV обогнал свой рекорд и достиг максимальной скорости движения 574,8 км/ч. Опытные поездки состоялись на участке Paryż – Strasbourg. Полная мощность данного состава составляла 19,68 МВт. С контактной сетью работал токоприемник типа CX фирмы Faiveley. Рекорд скорости ПКП составляет 250,1 км/ч, который был установлен в 1994 г. во время испытаний ETR 460 *Pendolino* на участке Warszawa – Zawiercie. Во время испытаний работал токоприемник WBL 85 фирмы Schunk.

В Польше существуют три типа контактной сети, с которыми может работать токоприемник со скоростями 200...250 км/ч. Это сети типа 2С120-2С-3, YС120-2СS150 и YС150-2СS150.

### 2. КОНТАКТНАЯ СЕТЬ 2С120-2С-3

Сеть проектировалась и строилась в 70-тые годы (2С120-2С) и последовательно модернизировалась в 1999 г. (2С120-2С-3). Состоит она из двух несущих тросов сечением 120 мм<sup>2</sup> и двух контактных проводов сечением 100 мм<sup>2</sup>. Несущие тросы и контактные провода были изготовлены из меди CuETP. Основные механические параметры контактной сети приведены на рис. 1. Контактная сеть 2С120-2С-3 цепная, четырехпроводная с интегрированной системой несущих тросов и характеризуется следующими расчетными параметрами: минимальная эластичность:  $e_{min} = 3,14$  мм/даН, эластичность под опорой:  $e_s = 3,87$  мм/даН, максимальная эластичность:  $e_{max} = 4,30$  мм/даН, коэффициент неравномерности эластичности  $u = 15.5\%$ <sup>1</sup>, скорость расхождения механической волны 393 км/ч.

Во время испытаний сети 2С120-2С-3 [1] измерялись следующие параметры: подъем контактных проводов, качество взаимодействия токоприемника с контактной сетью путем измерения контактных зазоров, скорость движения, проследованный путь и время проезда. Подъем контактных проводов как функция скорости движения приведен на рис. 2., а подъ-

<sup>1</sup>  $u = (e_{max} - e_{min}) / (e_{min} + e_{max})$

ем в 2/3 пролета как функция времени приведен на рис. 3. Максимальное значение подъема составляло 94 мм при скорости движения 235 км/ч. Результат взаимодействия токоприемника с контактной сетью при скорости движения до 250 км/ч положительный. В контактной сети 2С120-2С при скоростях движения 190 км/ч и выше появлялись проблемы с качеством взаимодействия контактной сети с токоприемником в анкерных пролетах и воздушных стрелках. Проблемы были устранены во время модернизации сети 2С120-2С-3. Во время испытаний измерялся нагрев в 8 точках медных контактных вставок токоприемника при скорости движения 200 км/ч и потреблении тока около 2700 А. Перегрев составлял максимально 91 °С. Конечный результат испытаний для сети С120-2С-3 положительный при скорости движения до 200 км/ч.

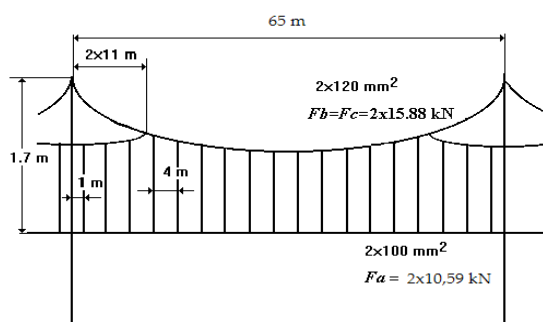


Рис. 1. Модернизированная контактная подвеска типа 2С120-2С-3

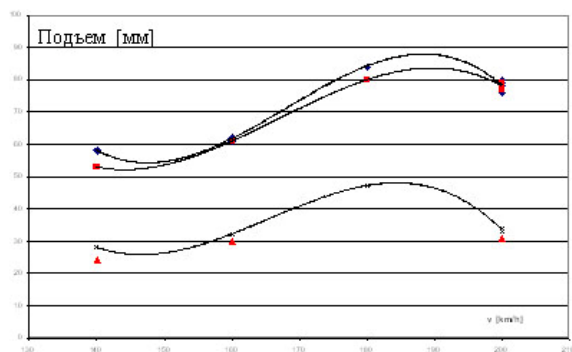


Рис. 2. Подъем проводов контактной подвески 2С120-2С-3 как функция скорости движения

### 3. КОНТАКТНЫЕ СЕТИ YC120-2CS150 И YC120-2CS150

Новые типы контактных сетей YC120-2CS150 и YC120-2CS150 – это трехпроводные сети цепного типа. Состоят они из 2 контактных проводов сечением 150 мм<sup>2</sup> каждый, изготовленных из низколегированной меди с до-

бавкой серебра 0,1 % и несущего троса сечением 120 мм<sup>2</sup> или 150 мм<sup>2</sup>. Данные сети имеют эластичную подвеску под опорой, изготовленную из троса сечением 35 мм<sup>2</sup>. Несущие тросы изготовлены из катодной меди.

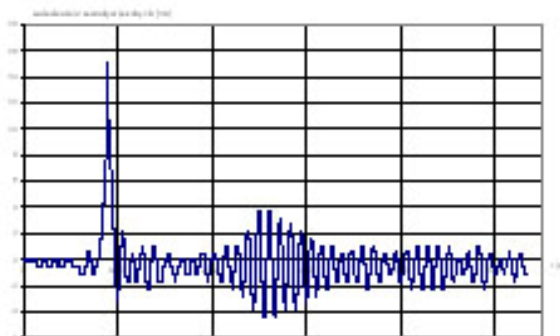


Рис. 3. Подъем проводов контактной сети 2С120-2С как функция времени, измеренный в 2/3 пролета при скорости движения 235 км/ч

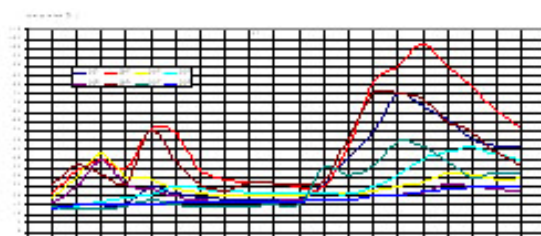


Рис. 4. Перегрев в медных контактных вставках токоприемника DSA200 при скорости движения 200 км/ч и потреблении максимального тока 2679 А

Основные параметры новых сетей представлены на рис. 5 и 6. Остальные расчетные параметры следующие:

- минимальная эластичность:  $e_{min} = 2,84$  мм/даН для YC120-2CS150 и  $e_{min} = 2,56$  мм/даН для YC150-2CS150,
- максимальная эластичность:  $e_{max} = 3,83$  мм/даН для YC120-2CS150 и  $e_{max} = 3,63$  мм/даН для YC150-2CS150,
- коэффициент неравномерности эластичности: 15 % для YC120-2CS150 и 17,2 % для YC150-2CS150,
- скорость расхождения механической волны  $v_c = 369$  км/ч,
- токовая нагрузка:  $I = 2500$  А для поездов со скоростью движения  $v_b = 200$  км/ч, с последовательностью 10 мин, при скорости ветра  $v = 0,6$  м/с и принятым лимитом повышения температуры для CuETP  $\Delta\theta_d = 80$  °С, а для CuAg0,1  $\Delta\theta_d = 110$  °С (для YC120-2CS150),
- токовая нагрузка:  $I = 2730$  А для поездов со скоростью движения  $v_b = 200$  км/ч, с последовательностью 10 мин, при скорости

ветра  $v = 0,6$  м/с и принятым лимитом повышения температуры для CuETP  $\Delta\theta_d = 80$  °С, а для CuAg0,1  $\Delta\theta_d = 110$  °С (для YC150-2CS150).

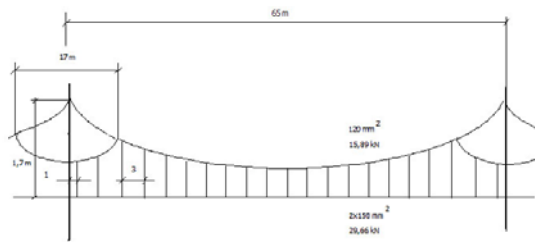


Рис. 5. Контактная подвеска типа YC120-2CS150

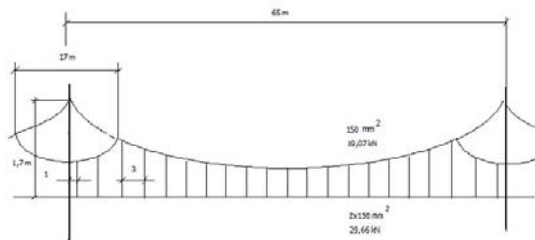


Рис. 6. Контактная подвеска типа YC150-2CS150

### 3.1. Статические испытания контактной сети

На участке Warszawa – Kutno был подвешен испытательный участок контактной сети длиной около 5 км. Разница высоты между очередными опорами составляет в среднем:  $12 \pm 10$  мм для сети YC120-2CS150 и  $14 \pm 11$  мм для сети YC150-2CS150. Отбой крайнего контактного провода составлял с  $-35$  по  $+32$  см. Измеренная под опорой минимальная эластичность контактной сети составляла в среднем 2,6 мм/даН для сети YC120-2CS150 и 2,7 мм/даН для сети YC150-2CS150. Максимальное значение, измеренное в половине пролета, составляло 3,7 мм/даН для сети YC120-2CS150 и 3,5 мм/даН для сети YC150-2CS150 (рис. 7). Коэффициент неравномерности эластичности составлял 17,5 % для сети YC120-2CS150 и 12,9% для сети YC150-2CS150. Выше приведенные параметры квалифицируют испытываемую контактную сеть для движения поездов со скоростью 200 км/ч.

### 3.2. Испытания взаимодействия токоприемника с контактной сетью

Во время динамических испытаний [3] токоприемника локомотива VUZ с контактными сетями YC120-2CS150 и YC150-2CS150:

- не обнаружались контактные зазоры между лыжей токоприемника и контактном проводом при скорости движения до 210 км/ч,

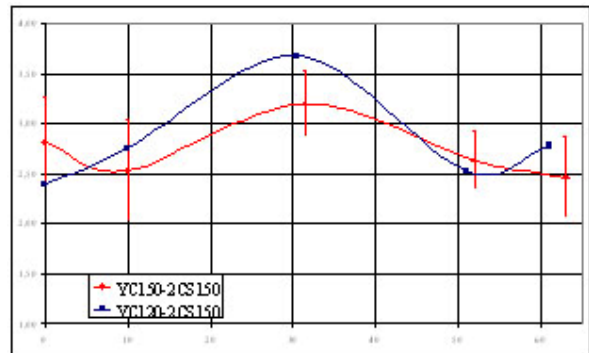


Рис. 7. Статическая эластичность контактных подвесок YC120-2CS150 и YC150-2CS150

- на основе анализа изображения взаимодействия токоприемника с контактной сетью обнаружено искрообразование во время испытаний между токоприемником и контактном проводом в районе совместной дорожки, под избранными опорами и в пролете,
- максимальная конвекция проводов контактной сети (рис. 8) при статичной силе токоприемника 109 Н и скорости движения 210 км/ч под опорой составляла 63 мм для сети YC120-2CS150 и 58 мм для сети YC150-2CS150,
- максимальные значения перемещения лыжи токоприемника при скорости 210 км/ч составляли 21 мм, т.е. 70 % полного диапазона работы лыжи,
- самое большое перемещение рамы токоприемника (120 мм) произошло во время проезда токоприемника под анкерным пролетом (рис. 9),
- вычисленная во время измерений на опытном участке касательная сила всегда была положительной.

### 3.3. Итоги

Из испытаний, проведенных в 1994 г., следует, что на ПКП существуют три типа контактной сети: 2С120-2С-3, YC120-2CS150 и YC150-2CS150, которые с положительным результатом прошли проведенные во внешних условиях испытания качества взаимодействия токоприемника с контактной сетью для скорости движения 200 км/ч. Из этого полагается, что данные сети положительно пройдут испытания для скорости движения до 250 км/ч.

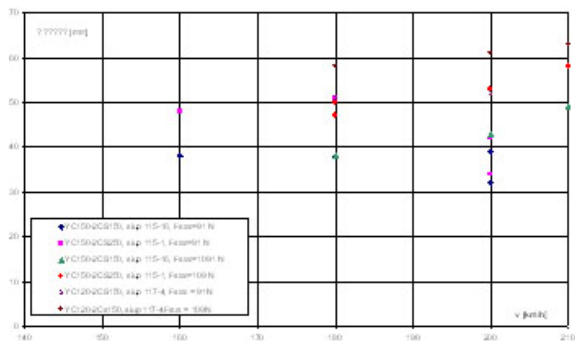


Рис.8. Подъем контактных проводов как функция скорости движения для YC120-2CS150 и YC150-2CS150

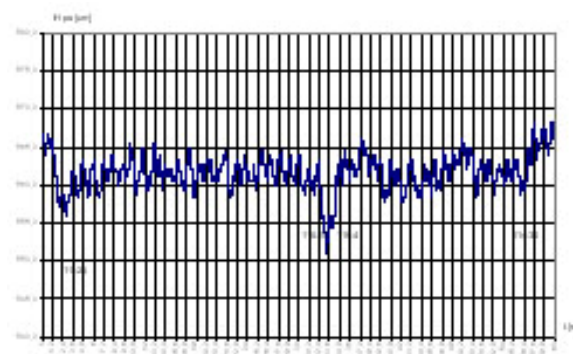


Рис. 9. Перемещение пункта контакта токоприемника и контактной сети на измерительном участке,  $v = 210$  км/ч

Преимущество новых контактных сетей YC120-2CS150 и YC150-2CS150 над сетью 2C120-2C-3 заключается в том, что при таком же суммарном сечении они имеют на один контактный провод меньше. Благодаря этому они не такие сложные при монтаже, проще их содержание, а также у них больший срок службы. В новых сетях используются контактные провода, изготовленные из серебрянной меди

(CuAg0,1), что повышает температуру рекристаллизации до 160 °С. При этом существует возможность большей токовой нагрузки. Коэффициент трения контактного провода из серебрянной меди (CuAg0,1) и контактных вставок токоприемника из меди (CuETP) ниже на 25 % коэффициента трения контактного провода из меди (CuETP) и контактных вставок токоприемника из меди (CuETP) (это результаты лабораторных испытаний [3]).



Рис. 10. Испытательный поезд во время проведения испытаний около города Kutno (фото В. Маевского)

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kaniewski M. Badania dynamiczne i eksploatacyjne odbieraka prądu typu DSA200. – Warszawa, maj 2000 r.
2. Kaniewski M. Badania sieci YC150-2CS150 i YC150-2CS150. – Warszawa, czerwiec 2007 r.
3. Kawecki A. Badania charakterystyk materiałowych przewodów jezdnych typu AC-100 z miedzi w gat. ETP oraz CuAg0,1 w symulacyjnych warunkach eksploatacyjnych / A. Kawecki, T. Knych, A. Mamala // 7<sup>th</sup> Int. Conf. MET 2005. – Warszawa, 2005 r.

Поступила в редколлегию 04.03.2008.