

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
(ОСЖД)**

I издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД
по инфраструктуре и подвижному составу 16 - 18 мая 2006 г.,
г.Одесса, Украина

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и
подвижному составу 6-9 ноября 2006 г., Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 9 ноября 2006 года

**Р
625**

**СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОНТАКТНОЙ ПОДВЕСКИ
И ТОКОПРИЕМНИКА**

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
2. ОПРЕДЕЛЕНИЯ
3. СИМВОЛЫ И СОКРАЩЕНИЯ
4. ПАРАМЕТРЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Эта Памятка касается критериев и системы оценки качества взаимодействия токоприёмника и контактного провода.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Контактное нажатие – вертикальная сила, оказывающая давление на контактный провод через токоприёмник. Контактное нажатие является суммой сил от всех точек контакта токоприёмника.

Статическое нажатие в контакте – средняя вертикальная сила прижима, которая передаётся вертикально вверх от полоза на контактный провод и при остановке поезда оказывает давление через подъёмный механизм поднятого токоприёмника.

Среднее контактное нажатие F_m – статистическое среднее значение контактного нажатия.

Максимальное нажатие – наибольшая величина контактного нажатия.

Минимальное нажатие – минимальная величина контактного нажатия.

Электрическая дуга – прохождение тока через воздушный зазор между контактной вставкой и контактным проводом, которое обычно проявляется в виде сильной световой эффективности.

Процентный коэффициент дугообразования описывается следующей формулой:

$$NQ = \frac{\sum t_{arc}}{t_{total}} \cdot 100$$

причем:

t_{arc} – длительность электрической дуги, которая действует более 1 мс;

t_{total} – время измерения при токе, который превышает номинальное значение.

Полоз токоприёмника – элемент пантографного или однорычажного токоприёмника, состоящий из контактной вставки и её держателя.

Контакт – точка механического контакта между контактной вставкой и контактным проводом.

Аэродинамическая сила – действующая на токоприёмник дополнительная вертикальная сила, возникающая вследствие потоков воздуха вокруг системы токоприёмника.

Квазистатическое усилие – сумма статических и аэродинамических сил при определённой скорости.

Длина анкерного участка – длина контактного провода между двумя точками анкеровки.

Участок оценки результатов – репрезентативная часть общей протяженности измерения, на которой условия измерений соответствуют требованиям и протоколируются.

Ток токоприёмника – ток, который течёт через токоприёмник.

3. СИМВОЛЫ И СОКРАЩЕНИЯ

σ_{max} – наибольшее допустимое отклонение контактного нажатия.

F_m – среднее нажатие.

F_{max} – максимальное нажатие.

F_{min} – минимальное нажатие

NQ – фаза электрической дуги

d – расстояние между датчиком электрической дуги и источником электрической дуги (контактной вставкой)

y – расстояние между детектором электрической дуги и источником электрической дуги при калибровке

x – энерговыделение наименее различимой электрической дуги

F_δ – контактное нажатие, действующее на полозе токоприёмника

F_u – измеренное контактное нажатие

n – число ступеней частоты

f_l – наименьшая частота

f_n – наибольшая частота

f_i – фактическая частота

4. ПАРАМЕТРЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

4.1. Среднее контактное нажатие в переходный период

Рисунок. 1

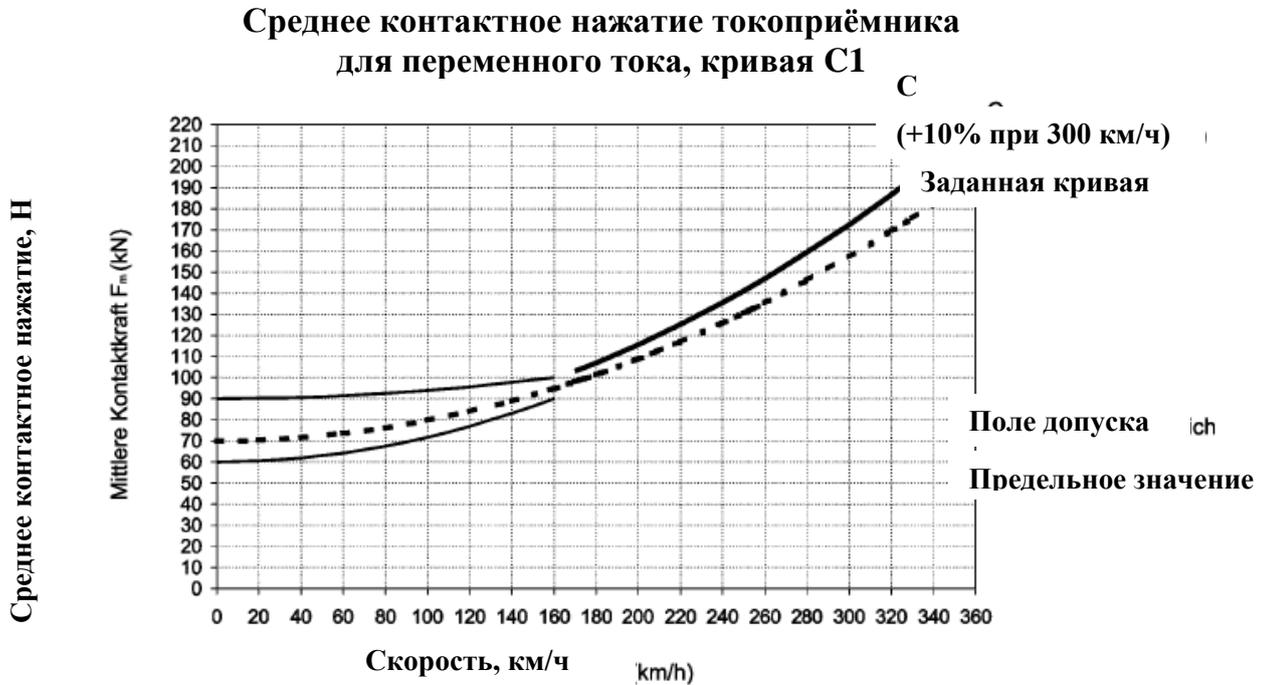
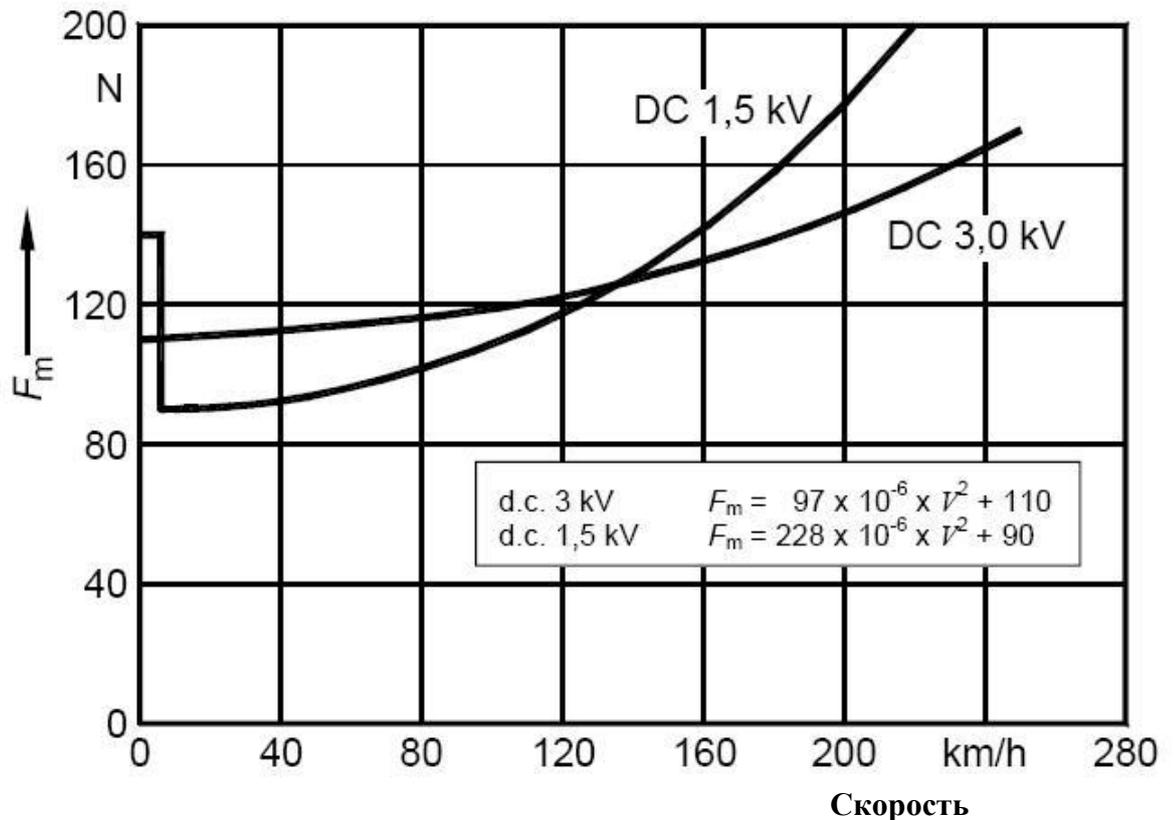


Рисунок. 2



Рисунок 3

Среднее контактное нажатие токоприёмника для постоянного тока



4.2. Требования к результатам и утверждение измерений динамического взаимодействия токоприёмника и контактного провода

4.2.1. Общее определение

Измерение взаимодействия контактного провода и токоприёмника является доказательством безопасности и качества системы токопровода. Для возможности допуска компонентов в обращение по Европе, результаты измерений на различных системах токоприёмников должны быть сопоставимы.

Примечание: измеренные величины также необходимы для утверждения программ моделирования и других систем измерений.

Для контроля параметров работы систем взаимодействия «токоприёмник – контактная подвеска» необходимо замерить как минимум:

- контактное нажатие или процентный коэффициент дугообразования;

$$F_{KH} = F_m \pm 3\sigma > 0$$
- подъём контактного провода в точке анкеровки при проходе токоприёмника.

Дополнительно к измеренным величинам в отчёте следует указать эксплуатационные условия (скорость поезда, его местонахождение) и условия окружающей среды (дождь, лёд, температура, ветер, тоннель), а также компоновку (характеристики и размещение токоприёмников, вид контактной подвески) во время измерений. Благодаря этим дополнительным данным обеспечивается воспроизведение измерений и сопоставимость результатов измерений.

4.2.2. Измерение контактного нажатия

Общие требования

Измерение контактного нажатия должно происходить с помощью датчиков нажатия на токоприёмнике. Датчики нажатия должны размещаться по возможности близко от точки контакта.

Измерительная система должна замерять вертикальные силы без воздействия сил, действующих в других направлениях.

Погрешность измерений измерительной системы из-за температурных влияний при всех условиях измерений должна быть менее 10 Н в пересчёте на сумму контактных нажатий, зарегистрированных всеми датчиками.

На токоприёмнике с независимыми друг от друга контактными вставками измерения проводятся отдельно для каждой контактной вставки.

Работа измерительной системы не может быть нарушена из-за электромагнитных влияний.

Влияние измерительной системы

Влияние измерительной системы на результат измерений не должно превышать 5%.

Примечание: очень большое влияние на искажение результатов измерений оказывают аэродинамические силы, действующие на измерительное устройство. Фальсифицированный результат может быть выявлен благодаря аэродинамическим испытаниям с/без измерительной системы.

Поправка на инерцию

Из-за сил инерции, возникающих вследствие наличия массы между датчиками и точками контакта, в результат измерения следует вносить поправку на инерцию.

Примечание: Эта поправка может производиться благодаря измерению ускорения на этих компонентах.

Аэродинамическая коррекция

Следует вносить поправку на влияние аэродинамических сил на компоненты между датчиками и точками контакта.

Для разработки поправки на аэродинамические силы нужно провести аэродинамические испытания.

Примечание: аэродинамическое влияние может быть определено благодаря контрольным поездкам с ползком токоприёмника, который зафиксирован в определённом положении.

Аэродинамические испытания должны проводиться при той же конфигурации (высота контактного провода, взаимное размещение оборудования поезда, та же измерительная аппаратура, те же условия окружающей среды, ...), что и при замерах контактного нажатия.

Примечание: аэродинамические испытания могут проводиться одновременно с опытной поездкой.

Калибровка измерительной системы

Для контроля за точностью измеряемого нажатия измерительная система должна быть откалибрована в лаборатории относительно измерительного усилия. Этот тест должен проводиться с комплектным токоприёмником, с комплектными динамометрами и акселерометрами, системами передачи данных (телеметрической, оптической) и усилителями.

Соотношение между приложенным и измеренным нажатием (передаточная функция токоприёмника и приборов) должно определяться динамическим возбуждением полза токоприёмника для некоего диапазона частот.

Примечание: применительно к синусоидальному возбуждению, репрезентативное значение статического нажатия соответственно 30 % амплитуды (высшая точка/высшая точка).

Испытания должны проводиться для двух случаев:

- нажатие воздействует на токоприёмник в центре (соосно);
- нажатие воздействует, если возможно, на расстоянии 250 мм от центра полза токоприёмника. Если это невозможно, точку нажатия следует расположить как можно ближе к этому месту. Если используется другое расстояние, его нужно запротоколировать в отчёте об испытаниях.

Испытание должно проводиться на адекватной рабочей высоте полза токоприёмника.

При испытании среднее нажатие должно быть равно статическому нажатию. Если контактное нажатие токоприёмника со скоростью повышается, нужно также провести испытание с самым большим квазистатическим нажатием.

Измерение приложенного нажатия и измеренного нажатия происходит до минимальной частоты 20 Гц с шагом 0,5 Гц, с укороченной длиной шага в резонансных точках. Размер частотного шага в непосредственной близости от резонансной частоты следует установить.

Примечание: передаточная функция есть непрерывная функция с большими изменениями в диапазоне резонансных частот; поэтому необходимо укорочение шага вблизи резонансных частот.

Точность передаточной функции должна рассчитываться по следующей формуле:

$$\left(1 - \frac{1}{(f_n - f_1)} \sum_{i=1}^{n-1} \left((f_{i+1} - f_i) \left| 1 - \frac{F_{\text{д}}}{F_{\text{э}}} \right| \right) \right) \cdot 100 \%$$

Передаточная функция токоприёмник - система измерения нажатия без корректировки должна обладать точностью более 80% до предельной частоты 10 Гц. Эта точность является обязательным требованием к измерительной системе.

В целях эффективности измерений динамического взаимодействия между токоприёмником и контактным проводом точность передаточной функции измерительной системы должна составлять более 90% до частоты 20 Гц (в соответствии с общими требованиями). Для достижения этого можно применять корректировки с помощью фильтра.

Измерительные параметры

Частота (темп) сканирования должен быть больше 200 Гц временных шагов или менее 0,4 м вдоль пути.

Контактное нажатие должно отфильтровываться с помощью фильтра нижних частот при частоте непрозрачности фильтра 20 Гц.

Диапазон измерений должен по меньшей мере составлять:

- для систем переменного тока: от 0 Н до 500 Н,
- для систем постоянного тока: от 0 Н до 700 Н.

Результаты измерений

Результаты должны оцениваться по участкам обработки данных.

Для расчёта статистических показателей участок обработки данных не должен быть короче длины анкерного участка.

По меньшей мере должны рассчитываться следующие статистические показатели контактного нажатия:

- среднее нажатие (F_m);
- максимальное нажатие;
- минимальное нажатие;
- стандартное отклонение (σ);
- гистограмма или суммарная частотность контактного нажатия.

4.2.3. Измерение отклонений

Измерительная система не должна оказывать влияние на определённые отклонения, которые могут изменить результат более чем на 3 %.

Подъём в пункте анкеровки

Погрешность измерительной системы должна быть менее 5 мм.

Вертикальное отклонение точки контакта

Вертикальное отклонение точки контакта следует измерять относительно рам токоприёмника.

Точность измерительной системы должна быть более 10 мм.

Измерение прочих отклонений на контактном проводе

Точность измерительной системы должна быть лучше чем 10% амплитуды измеряемой величины или менее 10 мм, причем определяющей является более высокая точность.

4.2.4. Измерения электродуги

Для обнаружения электродуг датчик должен быть восприимчив к длинам световых волн, которые испускаются медными материалами. Для меди и контактных проводов, легированных медью, нужно использовать диапазон длины волн, который включает в себя промежутки от 220 нм до 225 нм или от 323 нм до 329 нм.

Примечание: в обоих этих диапазонах длины волны медь испускает значительные световые волны.

Измерительная система должна быть нечувствительна к видимому свету с длиной волны более 330 нм.

Датчик:

- должен быть размещён достаточно близко от токоприёмника для достижения удовлетворительной чувствительности;

- должен быть размещён достаточно близко от продольной оси поезда для достижения удовлетворительной чувствительности;
- должен быть расположен за токоприёмником по ходу поезда;
- должен быть направлен на набегающую контактную вставку;
- должен быть чувствителен в полосе наблюдения, которая охватывает общий рабочий диапазон полоза токоприёмника; допуск чувствительности в полосе наблюдения должен быть менее $\pm 10\%$;
- время опознания начала и конца электродуги должно быть менее 100 мкс;
- должен обладать порогом регистрации, который находится в зависимости от минимальной энергии электродуги, которая подлежит измерению.

Примечание: пороговое значение варьируется в зависимости от расстояния между измерительной установкой и местом возникновения электродуги.

Положение датчика показано на рис. 3.

Размещение датчиков

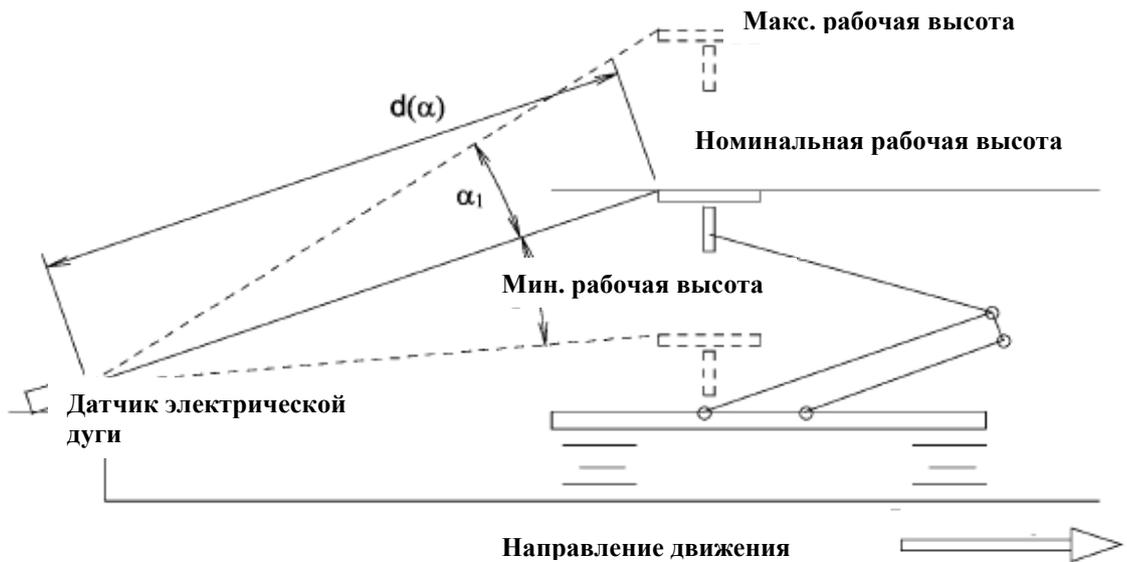


Рисунок. 3

Калибровка измерительной системы электродуги

Применяемый датчик быть откалиброван по плотности мощности в адекватном диапазоне спектра.

Такая кривая чувствительности является соотношением между сигналом датчика в Вольтах и плотностью мощности в $\text{мкВт}/\text{см}^2$. Этот сигнал измеряется на аналоговом выходе датчика.

Плотность мощности самой слабой из подлежащих регистрации электрических дуг (х) должна задаваться.

Примечание: например, при расстоянии в 5 м эта величина составляет:

- 160 мкВт/см² + 10 % при контактной сети переменного тока 25 кВ,
- 125 мкВт/см² + 10 % при контактной сети постоянного тока 3,0 (1,5) кВ.

Согласование расстояния измерения

Если расстояние между датчиком и источником света отличается от использованного при калибровке (у), датчик должен быть приведен в соответствие.

Для этого нужно проделать следующее:

- определить плотность мощности самой малой электродуги, которая может быть распознана на этом расстоянии согласно $1/d^2$ – закономерности;
- для определения плотности мощности, соответствующей определенному сигналу, воспользоваться эталонным значением;
- далее новое значение для порога чувствительности плотности мощности как функции нового расстояния (d) вытекает из соотношения $x \cdot d^2 / y^2$.

Примечание: электродуга рассматривается как точечный источник, и следовательно, плотность мощности пропорциональна $1/d^2$ (см. рис. Q.3).

Измеряемые показатели

Система должна как минимум измерять следующие показатели:

- длительность каждой световой дуги;
- скорость поезда во время измерения;
- ток токоприёмника.

Следует отмечать местонахождение электродуги вдоль контактного провода (по километровой отметке).

Предоставление данных о показателях

Снимать показания следует в соответствии с периодом обработки данных.

Для вывода данных анализировать следует только электродуги, длительность которых превышает 1 мс.

При обработке данных можно не принимать во внимание измеренные величины временного периода, когда ток токоприёмника был меньше 30 % от номинального тока токоприёмника.

Для участка обработки данных нужно определить как минимум следующие значения:

- скорость поезда;
- число электродуг;
- сумму длительности всех электродуг;
- общее время, в течение которого ток токоприёмника был выше, чем величина, равная 30 % от номинального тока, на каждом токоприёмнике поезда;
- общее время движения в период обработки данных;
- процент времени горения электродуги.

Примечание 1: другим возможным критерием является число электродуг на км с током токоприёмника, составляющем не менее 30 % от номинального.

Примечание 2: участок обработки данных не должен быть короче 10 км. Этот участок должен проходиться с постоянной скоростью при допустимом отклонении +2,5 км/ч.

Примечание 3: Для получения репрезентативного результата для контактного провода общее время поездки при величине тока на токоприёмнике, размер которого составляет более 30% от номинального, должно быть не менее, чем общее время поездки по участку анкеровки.