Тема занятия: ***Взаимодействие ЭПС с устройствами электроснабжения. Взаимодействие, токоприёмника с к.с.***

Цель занятия **17**:

1. Изучить взаимодействие ЭПС с устройствами электроснабжения.

2. Изучить взаимодействие токоприёмника с к/с.

*Взаимодействие контактной сети и токоприемника.*

Контактная сеть и токоприемники ЭПС как постоянно взаимодействующие между собой системы должны обеспечивать надежный и экономичный токосъем, то есть безотказность рабо­ты и минимальный износ контактных проводов и токоприемников.

Важность параметров механического взаимодействия движущегося токоприемника и кон­тактной подвески определяется тем, что ухудшение условий механического воздействия, в час­тности, нарушение контакта, приводит не только к отказам контактной сети и токоприемников, но и к снижению устойчивости работы электрооборудования ЭПС и увеличению трудовых зат­рат на содержание и ремонт контактной сети и токоприемников из-за повышенного износа в скользящем контакте.

*Влияние характеристик токоприемника на качество токосъема*. Основным критери­ем качества механического взаимодействия токоприемника и контактной подвески является сте­пень постоянства контактного нажатия, т. е. усилие нажатия в контакте между токоприемником и проводом в процессе движения ЭПС.

Если контактное нажатие близко к постоянному, то нет и повышенного механического и электрического износа контактного провода, т. к. не происходит отрывов полоза токопри­емника от контактного провода, а также заметных повышений нажатий в жестких точках контактной подвески.

Контактное нажатие складывается из трех составляющих: статического нажатия токоприемника, динамической (инерционной) и аэродинамической подъемной силы.

*Статическое нажатие*токоприемника представляет собой нажатие полоза непод­вижного токоприемника на контактный провод и создается рабочими (подъемными) пру­жинами токоприемника. На его значение влияют силы трения в шарнирах подвижной системы: при движении полоза вниз статическое нажатие оказывается больше, чем при движении вверх. Поэтому статическую характеристику токоприемника (графическое

изображение зависимости нажатия *Р*от высоты *Н*подъема полоза) изображают двумя линиями (рис. 5.1): кривая *1*, снятая при движении полоза вниз, представ­ляет собой пассивное нажатие; кривая *2*, снятая при движении полоза вверх, — активное.



рис. 5.1. Пример статической харак­теристики токоприемника

Регулируя начальное натяжение рабочих пружин на­кручиванием их на штанги, а также изменяя на главных ва­лах токоприемника положение рычагов, к которым крепятся штанги, можно добиться того, чтобы в рабочем диапазоне изменений высоты полоза наибольшее активное нажатие и наименьшее пассивное не выходили из заданных пределов статического нажатия.

*Динамическая инерционная сила,*возникающая в контакте, зависит от значений приведен­ной массы токоприемника и вертикального ускорения этой массы.

Приведенной массой токоприемника называют условную массу, сосредоточенную в точке соприкосновения полоза с контактным проводом и оказывающую в процессе движения ЭПС такое же воздействие на провод, что и реальный токоприемник. На значение этой массы наи­большее влияние оказывают массы подвижных частей, расположенных ближе к проводу (по­лоза, кареток, верхних подвижных рам), поскольку при изменении высоты полоза при движе­нии ЭПС они перемещаются в вертикальном направлении с наибольшими ускорениями. Вер­тикальное ускорение приведенной массы токоприемника зависит от скорости движения ЭПС, характера изменения эластичности контактной подвески в пролете и от стрелы провеса кон­тактного провода. При разработке конструкций контактных подвесок для обеспечения хоро­шего токосъема стремятся к тому, чтобы эластичность подвески во всех точках пролета была как можно более одинаковой.

Однако большинство контактных подвесок, смонтированных на Российских электрифицированных дорогах, такому требованию не удовлетворяют, т. к. стре­ла провеса несущего троса, например полукомпенсированной подвески, изменяется при изме­нении температуры окружающего воздуха, и поэтому большую часть времени контактный провод располагается не беспровесно.

Оба этих обстоятельства—неодинаковая эластичность и наличие стрелы провеса контактного провода—являются причинами того, что траектория движения полоза обычно получается нелиней­ной, т. е. токоприемник в каждом пролете движется с вертикальным ускорением.

Для снижения инерционной силы, которая вызывает изменение контактного нажатия, кон­структоры стараются уменьшить приведенную массу токоприемников. Однако это связано с большими трудностями, поскольку конструкция токоприемника должна быть достаточно проч­ной, а площади сечения его токопроводящих элементов рассчитаны на протекание нормирован­ного длительного тока.

*Аэродинамическая подъемная сила*возникает в результате воздействия на токоприемник воздушного потока и пропорциональна квадрату его скорости. Она зависит от его направления и площади сечения элементов токоприемника.

Влияние параметров контактной подвески на качество токосъема и на характер вза­имодействия еще более заметно, чем конструкции и параметры токоприемника. Одной из важ­нейших в этом отношении характеристик контактной подвески, как уже говорилось, является ее эластичность. Для сравнения статических качеств разных подвесок введен коэффициент постоянства эластичности *k*эл,который представляет собой отношение эластичности контакт­ной подвески в середине пролета к ее эластичности в створе опоры. Наилучшие условия то­косъема обеспечивают контактные подвески, у которых этот коэффициент ближе к единице.

Равноэластичными подвесками называют подвески, у которых *k*эл = 1. Однако в Рос­сии существует только одна равноэластичпая подвеска — рычажная. В остальных же под­весках эластичность в опорной точке меньше, чем в середине пролета; это хорошо видно на эпюре эластичности одинарной рессорной подвески — графике значений эластичности в различных точках пролета.

В средней части пролета эластичность прямо пропорциональна длине пролета и обрат­но пропорциональна натяжению несущего троса и контактного провода, т. е., например, уко­рачивание пролета и повышение натяжения проводов приводят к уменьшению эластичности. Поскольку в одинарных подвесках эластичность в середине пролета выше, чем в опорных зонах, то здесь ее целесообразно понижать, т. е. при определенной длине пролета по возмож­ности увеличивать натяжение образующих подвеску проводов и тросов.

В опорной зоне одинарной рессорной подвески (а именно она имеет преимущественное распространение) эластичность зависит не только от натяжения основных проводов подвески, но и в значительной степени от па­раметров рессорной струны -длины и натяжения рессорного провода. Для повышения элас­тичности подвески в створе опо­ры, что необходимо для ее выравнивания в пролете, следует уве­личивать длину рессорного про­вода *2*(рис. 5.2, *а)*и расстояние между опорой и ближайшей к ней струной, установленной на несущем тросе.

Расчеты показывают, что эластичность подвески на участке от створа опоры до пер­вой струны изменяется слабо, поэтому на эпюре эластичности (рис. 5.2, *б)*этот участок представлен горизонтальной прямой, а в средней части пролета эластичность подвески изменяется по параболе.

Удовлетворительное качество токосъема при компенсированных подвесках с двумя кон­тактными проводами на линиях постоянного тока, рассчитанных на скорости движе­ния до 160 км/ч, обеспечивается установкой первых простых струн на расстоянии 10 м от опор и применением рессорного провода длиной 14 м; на линиях переменного тока, где компенсированная подвеска имеет один контактный провод, достаточен рессорный про­вод длиной 12 м.

При изменении температуры окружающего воздуха натяжение контактного провода в любых подвесках и натяжение несущего троса в полукомпенсированных подвесках из­меняются; поэтому в некоторой степени меняется и натяжение рессорного провода. В ре­зультате происходит сезонное изменение эластичности. Так, увеличение температуры воз­духа от -40 до +40° С приводит в полукомпенсированной рессорной подвеске с двумя контактными проводами к росту эластичности в середине пролета почти в 1,5 раза, а в подвеске с одним проводом — в 1,7 раза.

Еще одним фактором, влияющим на качество токосъема при компенсированных подвес­ках, является стрела провеса контактных проводов. Экспериментальные исследования пока­зали, что при скоростях движения 160—200 км/ч наилучшие условия взаимодействия токоп­риемника с контактной подвеской создаются, когда между крайними простыми струнами кон­тактный провод имеет стрелу провеса, равную 0,001 от этой длины. По выбранной оптималь­ной стреле провеса регулируют контактные провода компенсированной подвески.

Если подвеска контактного провода полукомпенсированная, то оптимальную стрелу провеса выбирают с учетом среднегодовой температуры окружающей среды данного рай­она, чтобы степень ухудшения токосъема при крайне низкой и крайне высокой температу­рах окружающей среды оставалась одинаковой.

Условия механического взаимодействия ухудшаются при увеличении расстояния меж­ду соседними струнами, что объясняется значительным увеличением стрел провеса кон­тактного провода в межструновых пролетах (между опорами провод располагается пило­образно). Эти стрелы можно было бы уменьшить увеличением натяжения контактного провода, но таких возможностей нет, поскольку натяжения проводов уже приняты макси­мальными, в частности по условиям обеспечения наибольшей ветроустойчивости подвески.

По этой причине единственным путем сниже­ния межструновых стрел провеса остается сбли­жение струн до экономически целесообразных пределов. На Российских железных дорогах рас­стояние между соседними струнами в средней части пролета обычно составляет 7—9 м. В под­весках с двумя контактными проводами при шахматном расположении струн (разные кон­тактные провода подвешиваются к несущему тросу поочередно) расстояние между ними уменьшено до 4—6 м.

Сосредоточенные массы на контактном проводе и жесткие точки отрицательно вли­яют на качество токосъема, поэтому все за­жимы, устанавливаемые на проводе, долж­ны быть по возможности легкими, а элект­рические соединители должны выполняться из многопроволочного гибкого провода; также нежелательны жесткие распорки между не­сущим тросом и контактным проводом.

Рычажная подвеска обеспечивает особенно высокое качество токосъема также и потому, что общий уровень эластичности ее выше, чем других подвесок, и, кроме того, взаимное влияние рычагов обеспечивает нормальное положение контактного провода даже в случае некоторой не­точности установки рычагов при монтаже (провод не приобретает вида ломаной линии). В этой подвеске не происходит разгрузки струн при проходе токоприемников, как в других подвесках, поскольку подъем провода сопровождается перевертыванием рычагов; в результате износ звенье­вых струн в местах соединения звеньев сводится к минимуму.

Для снижения размаха колебаний рессорной компенсированной подвески устанавливают в опорных узлах простые (ограничительные) струны (рис.5.3).



При таком выполнении опорного узла эластичность подвески определяется наличием рессорной струны, а простая струна, ненагру­женная в свободном состоянии, не позволяет контактному проводу в процессе колебаний зани­мать положение ниже его спокойного положения. Размах колебаний такой подвески ограничива­ется не только при проходе токоприемников, но и при автоколебаниях проводов — устойчивых вертикальных колебаний с размахом, достигающим значений около 1 м. Размах колебаний в зна­чительной мере зависит от формы гололеда, скорости ветра и его направления относительно про­водов. При автоколебаниях с размахом до 200—400 мм во избежание пережогов контактного про­вода приходится ограничивать скорость движения ЭПС, при больших размерах колебаний движе­ние может оказаться невозможным.

Как минимум две службы железных дорог заинтересованы в качестве токосъема, поэтому только их совместные усилия могут улучшить его качество, уменьшить затраты, обусловленные изнашиванием контактного провода и токоприемников. Эти расходы включают в себя, помимо стоимости контактного провода, еще и трудовые затраты по замене проводов, предоставление «окон» в графике движения поездов для производства работ и более частого ремонта токопри­емников.

**Контрольные вопросы:**

1. Какое существует взаимодействие контактной сети и токоприемника локомотива?
2. Из каких составляющих складывается контактное нажатие?
3. Какая допускается эластичность в середине пролета полукомпенсированной рессорной подвеске с двумя и с одним контактным проводом?
4. Какие службы железных дорог заинтересованы в качестве токосъема?

Использованная литература:

Ухина С.В. «Электроснабжение электроподвижного состава» Гл. стр.130-144.

Дата предоставления отчета до 29.12.20 г. с указанием № группы и Ф.И.О. и

№ задания на электронную почту: aleks62888@yandex.ru