

А. Кошкина, собкор

ИННОВАЦИОННАЯ КОНТАКТНАЯ СЕТЬ, ИСПЫТАННАЯ СКОРОСТЬЮ

В течение 30 лет Подразделение электрической тяги Управления комплексного проектирования систем Национального общества железных дорог Франции (SNCF) последовательно разрабатывало оборудование для систем питания семи высокоскоростных магистралей (LGV) Франции.

При разработке данной контактной сети проводилась оптимизация с учетом инноваций, полученных в ходе исследований и разработок систем и элементов. Так, в числе главных достижений можно назвать внедрение контактной сети 2 x 25 кВТ с автотрансформаторами, сеть, рассчитанную на 270 км/ч (V270), для TGV Sud-Est (Париж – Лион) в 1981 году и усовершенствование ее конструкции при разработке сети от V300 для LGV Atlantique (Париж – Ле Ман – Тур) до V350 STI для восточноевропейской LGV Est-Europeen (LN6). При проектировании стационарных установок электрической тяги LGV Rhin-Rhône (LN7) использовались оптимизационные решения SNCF.

В настоящее время длина эксплуатируемой французской высокоскоростной сети составляет 1883 км, по которой поезда ежедневно преодолевают в совокупности 360 тыс. км на скорости, превышающей 300 км/ч. Мировой рекорд скорости движения по рельсам был установлен 3 апреля 2007 года на LGV Est-Europeen и равняется 574,8 км/ч. Во время данных испытаний 2300 км были преодолены на скорости свыше 400 км/ч, при этом 730 км — на скорости более 500 км/ч, что дало ценную информацию о движении на сверхвысоких скоростях.

► Концепция сети V350

Контактная сеть типа V350 была сертифицирована нотифицированной организацией Sertifer как элемент взаимной связи для скоростей 350 км/ч. Эта сеть состоит из следующих элементов:

- контактный провод из легированной меди (электрическая проводимость 80%), прикрепленный зажимом к струне и натянутый с усилием 26 000 Н в соответствии с STI (Технические требования к совместному функционированию элементов);
- бронзовый несущий трос, натянутый с усилием 20 000 Н;
- арматура и держатели из оцинкованной стали.

Значения напряжения и выбор материалов обеспечивают высокое качество токосъема и снижают затраты при строительстве и техническом обслуживании.

В составе этой подвески нет Y-кабеля, это облегчает ее установку и техническое обслуживание. Она имеет направляющую стрелу поверхности контакта, компенсирующую изменения упругости на отношении длины вылета к коэффициенту, равному 2000 (средняя длина вылета составляет 50 м, что дает в результате уменьшение расходов и высокие рабочие характеристики).

Конструктивное решение запатентовано SNCF во многих странах мира.

Нейтральные фазовые вставки длиной 142 м соответствуют требованиям STI. Данное расстояние позволяет избежать шунтирования фазовых вставок при использовании трех сцепленных составов TGV по 133 м. Благодаря этому энергетическая подсистема полностью сертифицирована организацией Sertifer на соответствие требованиям STI (Типовое свидетельство проверки конструктивного решения для составляющих контактной сети; свиде-

тельство проверки ЕС энергетической подсистемы).

► Качество токосъема

Моделирование взаимодействия пантографа и контактной сети было инициировано в SNCF в 1980-х годах для разработки сетей, пантографов и выполнения перспективных проектно-конструкторских работ (например, с целью увеличения скорости движения). В последние годы появилась новая задача: оценка последствий аварийных ситуаций (наличие неисправностей либо отклонений в работе контактной сети или пантографа, экстремальные климатические условия).

Для решения этой задачи SNCF разработало программное обеспечение OSCAR (Инструмент моделирования токосъема для выявления дефектов), воспроизводящее динамику взаимодействия пантографа и контактной сети.

OSCAR моделирует контактную сеть с помощью метода конечных элементов, что дает возможность точно воспроизвести в трех измерениях все ее составляющие (контактный провод, несущий трос, фиксатор, струны и т. д.). Модели пантографа выполняются от самой простой (модель масса-пружина) до самой сложной (гибкие мультитела). Эти две системы сопряжены контактным модулем, который воспроизводит контакт между ползком пантографа и контактным проводом.

Программное обеспечение OSCAR дает возможность:

- моделировать совокупность существующих контактных сетей

(сеть переменного тока, рессорная или безрессорная, сеть постоянного тока);

- моделировать все типы пантографов;
- учитывать климатические условия (воздействие ветра, вызывающего колебания контактной сети, изменения температуры, вызывающие удлинения проводников и вариации механического натяжения);
- изучать воздействие участков с ограничением скорости движения поездов (мост, стрелочный переход, общий участок) или дефектов (чрезмерный износ, недостающая струна, стыковой зажим, дефект регулирования, блокирование подвески пантографа).

Благодаря программному обеспечению OSCAR стало возможным наблюдать, как данная точка контактного провода перемещается в плоскости Y–Z при прохождении пантографа. Траектория этой точки оказалась эллипсоидальной, что подтвердило высокую взаимозависимость вертикальных и боковых перемещений, а также необходимость применения трехмерных моделей.

Программное обеспечение OSCAR сертифицировано нотифицированной организацией Certifer на соответствие требованиям европейского стандарта EN 50318.

► **Электрические характеристики**

Подразделение электрической тяги SNCF производит моделирование электрических характеристик стационарных установок электрической тяги (IFTE) при помощи программного обеспечения ESMEALDA.

Определение параметров производится пошагово, начиная от электрической схемы, выстроенной с учетом возможностей сети высокого напряжения, обеспечивающей «перевозки для определения параметров», которые соответствуют периоду наибольшей напряженности. Как правило, оцениваются различные варианты электропитания.

Основные данные, необходимые для моделирования, относятся к следующим элементам:

1. Линия (уклон, радиус кривизны, предел скорости для каждого типа поезда).
2. Пассажирские или грузовые вагоны (вес, длина, аэродинамические характеристики).
3. Единицы тяги (в частности, кривые тяги и торможения).
4. Движение (сетка движения).
5. Характеристики IFTE:

- точки питания сети высокого напряжения (мощность короткого замыкания, уровень напряжения) и трансформаторы подстанций;
- система контактной сети (типы проводников и позиционирование);
- обратная цепь тока тяги (тип рельсов, проводимость почвы).

Применение данного программного обеспечения многообразно:

1. Расчет параметров IFTE для заданного уровня перевозок.
2. Сравнительная характеристика различных вариантов питания.
3. Способность существующего оборудования отвечать новым требованиям, таким как:
 - уменьшение интервалов между поездами;
 - увеличение объема перевозимых грузов;
 - увеличение скорости;
 - возможность установки новых тяговых единиц;
4. Определение рассогласования фаз в сети поставщика.
5. Оценка электромагнитного поля (с одновременным использованием программного обеспечения KWASIMODO, чтобы определить параметры посторонних сетей — телефония, газ и др.).
6. Оценка условий перевозок при наличии нарушения питания.
7. Определение гармоник, генерируемых в сети высокого напряжения.
8. Определение нагрева проводников контактной сети (совместно с использованием программного обеспечения ERECA).

► **Контроль контактной сети**

Чтобы минимизировать расходы и обеспечить техническое обслуживание, контролируя оборудование контактной сети и поездов, осуществляющих движение на ВСМ, а также

на обычной линии, RFF (оператор инфраструктуры Франции) устанавливает на линиях разработанный и усовершенствованный подразделением электрической тяги SNCF пункт автоматических измерений контактных сетей (PMCA), известный под названием CATIRIS «глаз вашей контактной сети» (зарегистрированный товарный знак).

Это оборудование измеряет поднимание контактного провода под воздействием пантографа во время движения поездов и производит сигналы тревоги, передаваемые в специальный центр контроля при превышении установленных порогов. Дополнительно также регистрируются скорость поезда и различные метеорологические параметры (скорость и направление ветра, данные гигрометрии).

С этой целью система измерения оборудована четырьмя электромагнитными педалями, расположенными на входе и на выходе зоны измерений, которые позволяют обнаруживать прохождение поездов метеорологическими датчиками, датчиками поднимания и будкой, где сгруппированы все приборы измерения и обработки.

Хранение данных позволяет выдавать результаты статистики по мере потребности в них. Различные замеры и сигналы тревоги передаются в центр контроля.

CATIRIS является единственной европейской измерительной системой, получившей сертификат, выданный в соответствии с Европейскими Директивами 2001/16/ЕС и 2008/57/ЕС. Сертификацию проводила немецкая организация Eisenbahn-Cert в соответствии с требованиями стандарта EN 50317 в отношении точности измерения и стандарта EN 50119, что касается его размещения на стационарных установках электрической тяги.

Система измерения CATIRIS уже используется на 12 объектах во Франции, а ее эффективность при проведении профилактического и текущего технического обслуживания способствует тому, что она устанавливается на новых французских ВСМ. По особой заявке (сертификация линии) могут также устанавливаться временные пункты. 