



Центр научно-технической информации и библиотек
– филиал ОАО «РЖД»

Дифференцированное Обеспечение Руководства

54/2024

Проект Repoint разработал отказоустойчивый железнодорожный стрелочный перевод

Стрелочный привод – одно из важнейших напольных устройств железнодорожной автоматики. Обеспечивая безопасность движения, он в то же время остается одним из наименее надежных элементов. К недостаткам приводов относятся необходимость их регулярного технического обслуживания, а также высокая интенсивность отказов, особенно узла контроля положения и запирающего механизма, исключающего возможность перевода стрелки под составом.

Один из известных способов построения отказоустойчивых систем – многократное резервирование приводных устройств. В частности, на воздушном транспорте на каждый управляемый объект устанавливаются три привода. При отказе одного и даже двух третий привод может гарантировать безопасное функционирование устройства. Но в связи с тем, что на стрелочном переводе запирающее устройство находится внутри привода, установка на одно соединение пути двух и даже более управляемых электромеханических систем не сможет обеспечить необходимого резервирования.

В Университете Лафборо (Великобритания) разработан проект, получивший название Repoint. Его целью стало создание новой конструкции стрелочного перевода, позволяющей улучшить технические характеристики, упростить процесс обслуживания и ликвидировать узлы, являющиеся источниками отказов.

В рамках проекта реализована технология стрелочных переводов следующего поколения, значительно повышающая надежность

железнодорожного пути, способствующая сокращению задержек поездов, повышению пропускной способности участков (более быстрое переключение), снижению затрат на техническое обслуживание и инспекцию. Из более чем 400 предложенных специально созданной межотраслевой группой идей для дальнейшего развития была выбрана наиболее обещающая концепция, предусматривающая создание безострякового стрелочного перевода, в котором вместо длинных остряков используются короткие переводные рамные рельсы. Университетской группе Control Systems удалось создать инновационную конструкцию стрелки и новый приводной механизм. Для проверки концепции был построен демонстрационный образец устройства с переводными рельсами и новыми шпальными электроприводами.

Обсуждения с представителями Совета по безопасности и стандартизации на железнодорожном транспорте (RSSB) и операторами инфраструктуры по поводу реализации полномасштабного образца показали, что в заданных временных рамках проекта создание безостряковой стрелки с резервируемыми электроприводами нереально, и безостряковый стрелочный перевод был заменен обычной стрелкой. Система перевода стандартной стрелки с использованием резервируемых шпальных электроприводов получила название Repoint Light (рис. 1).



Рис. 1. Схема безострякового стрелочного перевода и система Repoint Light

В результате изучения отказов существующих стрелочных механизмов и приводов исследователи пришли к прорывному техническому решению пассивного запираения стрелки, позволяющему минимизировать последствия отдельных сбоев благодаря использованию нескольких независимых приводных механизмов. При этом любой исправно действующий привод может открыть запертую стрелку. Для блокировки и разблокировки запирающего механизма используется перемещение привода в вертикальном направлении. При одновременном движении в вертикальном и поперечном направлениях остряки описывают полуокружность, которую разработчики устройства называют траекторией Repoint. Кулачковый механизм

с сервоприводом приподнимает так называемый грейфер, на который опираются оба стрелочных остряка, перемещает их из одного крайнего положения в другое и опускает на фиксирующие блоки, препятствующие их поперечному смещению. Фактически «грейфер» выполняет функцию рабочей тяги обычного стрелочного электропривода. Остряки остаются в нижнем положении под действием силы тяжести. Поскольку подъемный механизм привода не участвует в запирании остряков в нижнем положении, в случае его отказа их может поднять и переместить другой привод.

Полномасштабный демонстрационный образец стрелочного переводного механизма Repoint Light, результат многолетних исследовательских и опытно-конструкторских работ, был представлен университетом Лафборо на станции Куорн и Вудхаус исторической линии железной дороги Great Central. В качестве опытного образца использовали уложенный на новые бетонные шпалы и оснащенный тремя приводами стандартный стрелочный перевод с крестовиной 1/8, рельсами типа CEN56E1 и рельсовыми скреплениями, а также стрелочными подушками с роликовым переводным устройством компании Schwihag. Его ролики служат вертикальной опорой остряков в запертом положении. Демонстрационный стрелочный перевод, изготовленный на стрелочном заводе компании Progress Rail, оснащен тремя параллельно работающими приводами, установленными в позициях первой, третьей и пятой шпал от остряка остряка и различающимися размерами кулачковых механизмов для обеспечения различной высоты подъема кулачков в каждой позиции. При этом для перевода стрелки достаточно любого одного привода. Наличие трех независимо действующих управляемых электромеханических систем обеспечивает высокую степень резервирования, благодаря чему стрелочный перевод сохраняет работоспособность до замены неисправного узла. В зависимости от вертикальной жесткости элементов стрелочного перевода и места расположения приводного механизма вдоль остряков необходимая высота подъема кулачков варьируется в пределах от 65 до 35 мм и устанавливается при регулировке кулачкового механизма.

Переводной механизм демонстрационного образца собран в основном из стандартных узлов и деталей, включая два серводвигателя мощностью 1 кВт на каждый привод, редукторы и схему управления. По индивидуальным чертежам были изготовлены только устанавливаемая вместо шпалы стальная опорная балка, рабочий «грейфер» и запирающий механизм. Во избежание необходимости механической обработки остряков или рамных рельсов для их подгонки к новым приводам основание каждого остряка крепится к приводу-«грейферу» подпружиненной скобой с роликами, обеспечивающими необходимую подвижность при температурном

расширении рельсов.

Опорная балка привода Repoint представляет собой полый кожух, к которому крепится «грейфер» с кулачковым механизмом, содержащим два кулачка, каждый из которых независимо приводится в движение своим электродвигателем. Кулачки снабжены датчиками положения, служащими для обеспечения синхронности перемещения, а также возможности калибровки и самодиагностики после отключения питания.

На кронштейнах рамы каждого приводного механизма установлено по четыре датчика Холла, определяющих наличие или отсутствие соседнего остряка в открытом и запертом положениях. При этом проверяется не только состояние остряка по горизонтали, но также вертикальный зазор между остряком и датчиком, который не должен превышать 3 мм, гарантируя правильность посадки «грейфера» на фиксирующий блок. Сигналы всех датчиков трех независимых приводов подаются на схему контроля, работающую по логике 2 из 3, для определения правильности положения стрелочных остряков. Несмотря на то, что микропроцессорное устройство управления сервоприводом оснащено высокоточными средствами мониторинга, в соответствии с общепринятыми принципами построения систем железнодорожной сигнализации предусмотрена отдельная система контроля положения стрелки, гарантирующая запираение остряков в соответствующем положении после каждого перевода.

Хотя в опытном лабораторном демонстрационном образце было установлено несколько замыкателей, полномасштабные приводы имеют по одному фиксатору с каждой стороны, благодаря чему запирается только остряк, прижатый к рамному рельсу, в то время как второй остряк за счет стального упора остается в открытом положении. Однако независимая система контроля положения стрелки проверяет состояние обоих остряков.

Время перевода демонстрационной стрелки из одного крайнего положения в другое составляет 3-5 с, но это произвольно выбранное значение, определенное исходными установками сервопривода.

Демонстрационный стрелочный перевод установлен на боковом пути с невысокой допустимой скоростью движения. Его действие проверялось с различным подвижным составом, включая тепловоз и моторвагонный электропоезд. Проводятся испытания на долговечность с увеличенным числом циклов перевода для получения данных об износе критически важных узлов и работоспособности при попадании посторонних предметов между остряком и рамным рельсом.

*Источники: psib.co.uk, 2024 (англ. яз.),
по материалам сайта birmingham.ac.uk (англ.яз.)*