

5 После определения места ремонта диспетчер направляет ремонтникам заявку на проведение работ, в произвольной форме в общий чат и заносит необходимую информацию в базу отказов. После подтверждения ремонтниками возможности проведения работ диспетчер оформляет заявку по форме приложения, указанной в договоре.

6 Диспетчер отслеживает перемещение АРВ и оперативно информирует ремонтников о прибытии на станцию ремонта. Информировывает о состоянии работы оборудования по данным удаленного мониторинга, сообщает код открытия машинного отделения и координирует действия ремонтников.

7 Для выполнения работ диспетчер направляет ремонтникам необходимые доверенности, телеграммы и согласие грузоотправителя о проведении работ на АРВ.

8 Ремонтники оповещают местного владельца инфраструктуры и соответствующие службы о планах проведения работ с АРВ на путях общего пользования и получают все необходимые разрешения.

Порядок действия диспетчера при организации заправки АРВ

1 Отслеживание остатка дизельного топлива в баке АРВ осуществляется на всех АРВ. В случаях, когда АРВ находится в совместном пользовании диспетчер сообщает, о необходимости заправки оператору.

2 В случае необходимости заправки бака АРВ дизельным топливом, диспетчер сообщает Ремонтникам о месте дислокации АРВ, предполагаемом месте экипировки, количестве топлива, наличии паспорта качества и типе топлива, в зависимости от сезона и региона эксплуатации: арктическое, зимнее, межсезонное или летнее. Дизельное топливо должно соответствовать стандарту EN 590 / ГОСТ 32511-2013.

Оплата и доставка топлива осуществляются по договору или счету.

Диспетчер обеспечивает доступ ремонтников на пути клиента или пути общего пользования.

Диспетчер направляет ремонтникам заявку на заправку. После подтверждения ремонтниками возможности заправки, диспетчер оформляет заявку по форме приложения, указанной в договоре. Информировывает об остатке дизельного топлива по данным удаленного мониторинга, сообщает код открытия машинного отделения и координирует действия ремонтников.

Диспетчер отслеживает количество заправленного дизельного топлива по данным удаленного мониторинга и сверяет его с ремонтниками по счетчику топливозаправщика, требует предоставления фотоотчета от ремонтников. В случае расхождения данных более чем на 2 % от заправленного объема требуется дозаправка АРВ или корректировка документов на поставку топлива.

Для выполнения работ диспетчер направляет ремонтникам необходимые доверенности, телеграммы и согласие грузоотправителя о проведении работ на АРВ (при необходимости).

Вместе с этим ремонтники оповещают клиента о планах проведения работ с АРВ на путях общего пользования и получают все необходимые разрешения.

Диспетчер сообщает о проводимых работах и результатах своему непосредственному руководителю и заносит всю необходимую информацию в журнал отказов оборудования.

По завершении ремонтниками выполнения работ (надзора) диспетчер запрашивает у них акты о выполненных работах и закрывающие документы, отслеживает их фактическое получение и передает руководству организации.

Ввиду ограничительных мер по пропуску третьих лиц на станционные пути безотцепочный ремонт ХОУ и телематики в пути следования становится невыполнимой задачей.

УДК 621.332.3

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ДВУХТЯГОВОГО ПОЛИМЕРНОГО КРОНШТЕЙНА

Д. В. ШКОРОЕДОВ, Д. А. ЧЕРНОУС

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Одним из элементов креплений воздушных линий электрических передач являются кронштейны. В настоящее время всё более широко начинают применяться кронштейны, изготовленные из композитных материалов на основе полимеров. Эти конструкции часто для краткости называют полимерными кронштейнами. В частности, на железнодорожном транспорте для поддержания и

изоляции проводов воздушных линий электропередачи устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) и линии продольного электроснабжения (ПЭ) напряжением 6–10 кВ используются кронштейны серии КПСИП [1]. В этих устройствах балка кронштейна и тяги выполнены из профильного электроизоляционного стеклопластика.

Полимерные кронштейны превосходят традиционно используемые стальные аналоги по электроизоляционным показателям, себестоимости, технологичности изготовления и эксплуатации, устойчивости к негативным климатическим воздействиям. Однако показатели механической жесткости и прочности материалов полимерного кронштейна ниже соответствующих значений для сталей. Поэтому при возрастании ветровой или гололедной нагрузок происходит излом балки кронштейна КПСИП-3 или разрыв одной из тяг. Данное обстоятельство обуславливает актуальность оптимизации конструкции полимерного кронштейна с целью снижения его силовой нагруженности. Подобная оптимизация требует разработки расчетной методики, позволяющей с приемлемой точностью прогнозировать значения деформационно-прочностных показателей кронштейна во всём возможном диапазоне изменения значений конструктивных параметров. Расчет на прочность двухтягового кронштейна усложняется тем, что система сил, действующих на его балку, является статически неопределимой. Для раскрытия неопределенности можно использовать один из трех подходов.

1 Подход, основанный на классических методах механики материалов (методе сил или перемещений) [2]. Преимущество данного подхода состоит в учете процесса изгиба балки кронштейна. Недостатком этого подхода является громоздкость аналитических соотношений и трудоемкость реализации при произвольном значении геометрических параметров.

2 Подход, основанный на построении и анализе численной математической модели рассматриваемой конструкции. При этом задача теории упругости для данной конструкции решается одним из численных методов, в частности, методом конечных элементов [3]. Численные модели позволяют не только учесть деформативность всех элементов кронштейна, но и производить расчеты без упрощений геометрии конструкции. Однако использование этого подхода для поиска оптимальных значений геометрических параметров конструкции сопряжено с существенным повышением трудоемкости процесса оптимизации.

3 Подход, основанный на допущении о том, что балка кронштейна является абсолютно жестким телом. При этом для раскрытия статической неопределенности используются метод возможных перемещений и закон Гука для тяг. В рамках данного подхода используются только соотношения статики твердого тела [4].

В известных научных публикациях для прочностного расчета кронштейнов используется только первый или второй из описанных подходов. Вместе с тем аналитические соотношения для действующих на балку кронштейна сил и моментов, получаемые в рамках третьего подхода, позволяют существенно упростить процесс установления оптимальных значений геометрических параметров рассматриваемой конструкции.

В связи с вышесказанным целью настоящего исследования является разработка упрощенной методики расчетного определения показателей силовой нагруженности двухтягового полимерного кронштейна КПСИП-3, основанной на допущении о недеформируемости балки кронштейна.

На рисунке 1 представлена расчетная схема кронштейна КПСИП-3. Здесь введены следующие обозначения: G – нагрузка от силы тяжести провода; F – сила аэродинамического сопротивления; R_y , R_x – компоненты реакции в точке крепления кронштейна к опоре;

T_1 , T_2 – силы натяжения в «малой» и «большой» тягах соответственно. Углы α и β наклона тяг зависят от расстояния H по вертикали от точки крепления балки кронштейна до точки крепления соответствующей тяги к опоре. Расстояние от балки кронштейна до линии действия силы аэродинамического сопротивления h . Расстояния H и h на схеме не показаны.

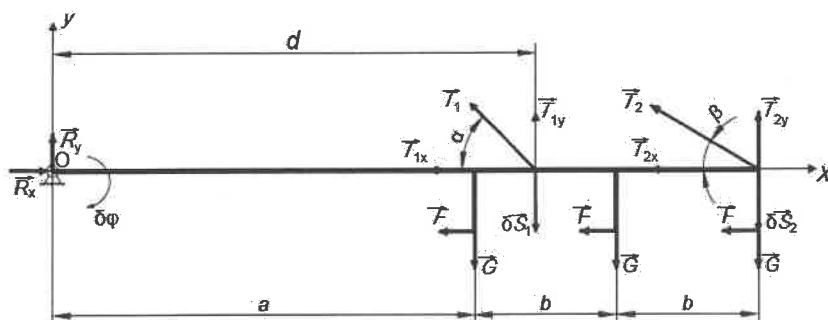


Рисунок 1 – Расчетная схема кронштейна КПСИП-3

T_1 , T_2 – силы натяжения в «малой» и «большой» тягах соответственно. Углы α и β наклона тяг зависят от расстояния H по вертикали от точки крепления балки кронштейна до точки крепления соответствующей тяги к опоре. Расстояние от балки кронштейна до линии действия силы аэродинамического сопротивления h . Расстояния H и h на схеме не показаны.

В рамках данной работы будем использовать подход к раскрытию статической неопределенности системы сил, основанный на упрощенных соотношениях статики твердого тела. При этом возможные перемещения δs_2 и δs_2 , а значит и соответствующие силы натяжения в тросах, можно выразить через возможный угол поворота $\delta\varphi$ (рисунок 1). Данный подход позволил получить аналитические выражения для сил в тросах и реакций шарнира при заданных силовых нагрузках (F , G) и геометрических параметрах (a , b , d , h , H) конструкции кронштейна. После раскрытия статической неопределенности получим эпюру внутреннего изгибающего момента в балке кронштейна для оценки прочности балки. В результате анализа полученных расчетных зависимостей установлено, что минимальные значения сил в тросах и изгибающего момента достигаются, если точка крепления «малой» тяги находится на расстоянии $d_{\text{опт}} = (a + b) / 2$ от точки шарнирного крепления. Результаты расчета при $d = d_{\text{опт}}$ были сопоставлены с данными, полученными при раскрытии статической неопределенности методом сил.

Таким образом, разработана расчетная методика определения силовой нагруженности двухтягового кронштейна КПСИП-3. В отличие от традиционных методов механики материалов данная методика позволяет получить относительно простые аналитические соотношения для реакций связей и провести многопараметрический анализ. С использованием разработанной методики установлено оптимальное с точки зрения минимизации реакций внешних связей и внутреннего изгибающего момента значение расстояния от шарнирного крепления до точки крепления «малой» тяги к балке кронштейна. Показано, что расчетные оценки, полученные на основе разработанной методики, не более чем на 10 % отличаются от результатов использования метода сил.

Список литературы

- 1 Кочунов, Ю. А. Разработка и исследования полимерного кронштейна воздушной линии электропередачи в сетях нетяговых железнодорожных потребителей 6–10 кВ : дис ... канд. техн. наук : 05.22.07 / Ю. А. Кочунов. – Екатеринбург, 2016. – 235 с.
- 2 Старовойтов, Э. И. Механика материалов : учеб. / Э. И. Старовойтов. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 380 с.
- 3 Алямовский, А. А. Инженерные расчеты в SolidWork Simulation / А. А. Алямовский. – М. : ДМК-Пресс, 2010. – 464 с.
- 4 Шимановский, А. О. Статика твердого тела : учеб.-метод. пособие / А. О. Шимановский. – Гомель : БелГУТ, 2023. – 87 с.

УДК 629.423.31

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ИЗОЛЯЦИИ ТЭД ТЕПЛОВЗОВ

М. А. ШПРАЙБЕР, В. В. ГРАЧЕВ, А. В. ГРИЩЕНКО

*Санкт-Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I, Российская Федерация*

Обнаружение дефектов в работающем тяговом электродвигателе (ТЭД) на ранней стадии их развития не только предупредит внезапную остановку локомотива в результате аварии, но и значительно снизит расходы на ремонт и увеличит срок его службы. Кроме того, в настоящее время достаточно актуально применение адаптивных устройств защиты и диагностики, позволяющих выполнять диагностику ТЭД независимо от их мощности и конструкции. Диагностика ТЭД должна проводиться неразрушающими методами контроля, достаточно однозначно связанными с физико-механическими свойствами его компонентов и, более того, не наносить вреда.

Системы изоляции ТЭД подвергаются многочисленным испытаниям и диагностическим измерениям при проектировании и изготовлении, перед поставкой, при установке и в течение всего срока службы. Результаты используются для проверки пригодности изоляции, оптимизации планирования эксплуатации и технического обслуживания ТЭД или обнаружения предполагаемого дефекта. Методы диагностики могут быть улучшены за счет любой комбинации повышения вероятности выявления важной проблемы, снижения вероятности пропуска важной проблемы или сокращения времени, затрачиваемого на измерения, или снижения капитальных затрат на оборудование, которое используется для этих измерений.

Проблемы диагностики, прогнозирования и принятия решений сложны для изучения. Реальные условия эксплуатации ТЭД различаются, отказы нельзя надежно предсказать на основе моделей процессов старения и износа. Ускоренные испытания изоляции являются лишь аппроксимацией