

А. Н. Гребенюк

(Украина, Днепрпетровск, Национальный горный университет)

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАБОТУ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

Постановка проблемы. Система тягового электроснабжения должна обеспечивать питание тяговых нагрузок как потребителей I категории от двух независимых источников питания и предвидеть, как правило, двухстороннее питание контактной сети [2].

Работа контактной сети в зимних условиях значительно осложняется. Низкие температуры, образование гололеда на проводах и действие ветра ухудшают условия токосъема, а в некоторых условиях приводят и к авариям, вызывающим остановку движения поездов.

При низких температурах ухудшается работа подвески, увеличивается трение в шарнирах токоприемника и соответственно ухудшается токосъем. При действии ветра, направленного поперек пути, контактный провод может быть вынесен за пределы полоза токоприемника, в результате чего повреждается токоприемник и контактная сеть. Наиболее опасными в этом случае являются участки контактной сети, расположенные в степных районах, на высоких насыпях, мостах через большие реки и при подходах к ним. Ветроустойчивость подвески зависит от натяжения проводов и ее конструкции. Применение двойных контактных проводов и косых подвесок – эффективные мероприятия по повышению ветроустойчивости подвески [5].

Цель работы. Определение влияния метеорологических условий на работу контактной сети тягового электротранспорта.

Действие ветра при определенных условиях вызывает, помимо горизонтальных, вертикальные перемещения, называемые автоколебаниями («пляской») проводов подвески. Они происходят под действием аэродинамических сил, возникающих при обтекании воздушным потоком проводов, у которых в результате износа или отложения гололеда изменилась форма сечения. Эти колебания возникают в открытых местах на протяжении десятков километров при скорости ветра 6 - 10 м/с и могут наблюдаться продолжительное время. Размах колебаний проводов достигает 1 м и более (частота собственных колебаний системы 40 - 60 периодов в минуту). При сильных автоколебаниях токоприемник не успевает следовать за колебаниями подвески и условия токосъема ухудшаются. Возможны и механические повреждения подвески. Для предотвращения автоколебаний при проектировании и строительстве предусматривают чередование пролетов различной длины: они различаются на 6 - 8 м. Колебания можно также прекратить снятием гололеда (электрическая плавка гололеда), повышенным натяжением проводов, подвеской грузов на несущий трос в пролете и другими способами.

Помимо автоколебаний наблюдаются и вибрации проводов, т. е. колебания с малыми перемещениями (амплитуда 0,5 – 5 см) и вдвое большими

частотами. Вследствие быстро меняющихся знакопеременных напряжений в местах крепления провода или выхода из зажима происходит его обрыв.

Большие осложнения при эксплуатации контактной сети вызывает образование гололеда на проводах. Появление корки льда на контактных проводах мешает токосъему, способствует искрообразованию и возникновению электрической дуги между токоприемником и контактным проводом, в результате чего наблюдаются подгары и поджоги контактных проводов, а в некоторых случаях приводит к перегоранию и обрыву. Удаляют гололед с проводов, применяя механические средства или прогревая провода электрическим током. В пределах станции гололед удаляют различными скребковыми приспособлениями со съемных вышек и дрезин. Применяют вибрационный способ очистки контактных проводов от гололеда.

Электрический способ удаления гололеда применяют на перегонах и главных путях станций, где сечения проводов подвесок одинаковы. Опыт ряда дорог показал, что для нагрева проводов до температуры $25 - 45^{\circ}\text{C}$ необходима плотность тока $4,5 - 7 \text{ А/мм}^2$. При этом через $10 - 15$ мин гололед отпадает. Для каждого участка контактной сети разработана схема прогрева при гололеде. Осуществляется также профилактический прогрев проводов, при котором устанавливают плотность тока $2,5 - 3 \text{ А/мм}^2$. Применяют различные схемы прогрева без прекращения движения поездов (рис. 1) и с перерывом движения (рис 2) [3].

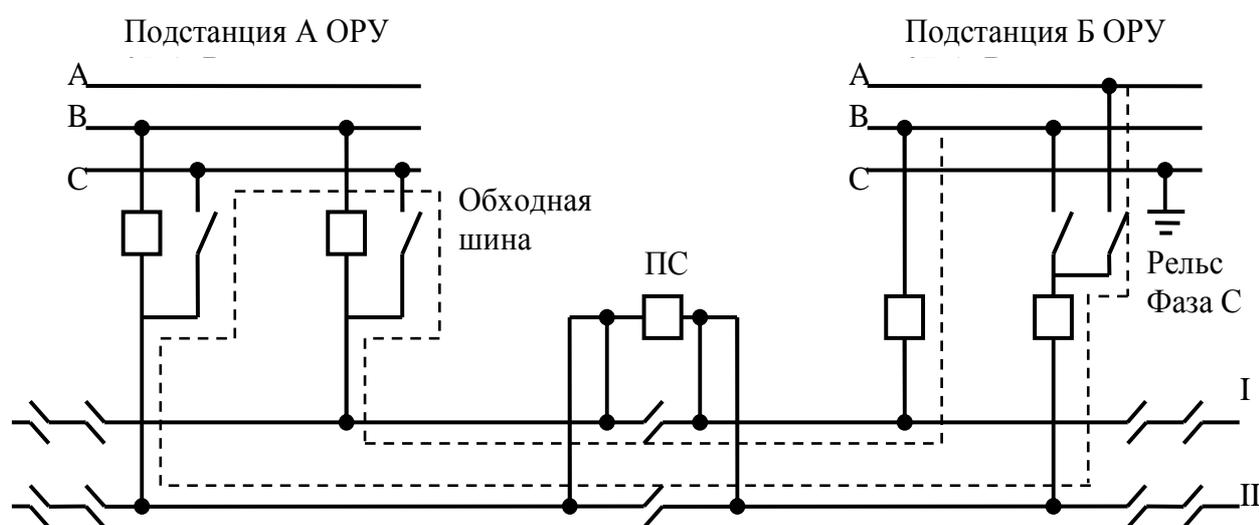


Рис. 1. Схема плавки гололеда на контактной сети без перерыва движения поездов.

Для избежания перегорания проводов при гололеде разгон поезда производят при двух поднятых токоприемниках электровоза.

Причинами перегорания являются несовершенство отдельных устройств контактной сети, защиты сети и электроподвижного состава, наличие гололеда на контактных проводах и неверные действия локомотивных бригад. Перегорание происходит как при надежном контакте между токоприемником и проводом, так и при наличии дуги в момент отрыва токоприемника. Вероятность перегорания контактного провода в последнем случае зависит от величины тока. Время перегорания контактного провода не превышает

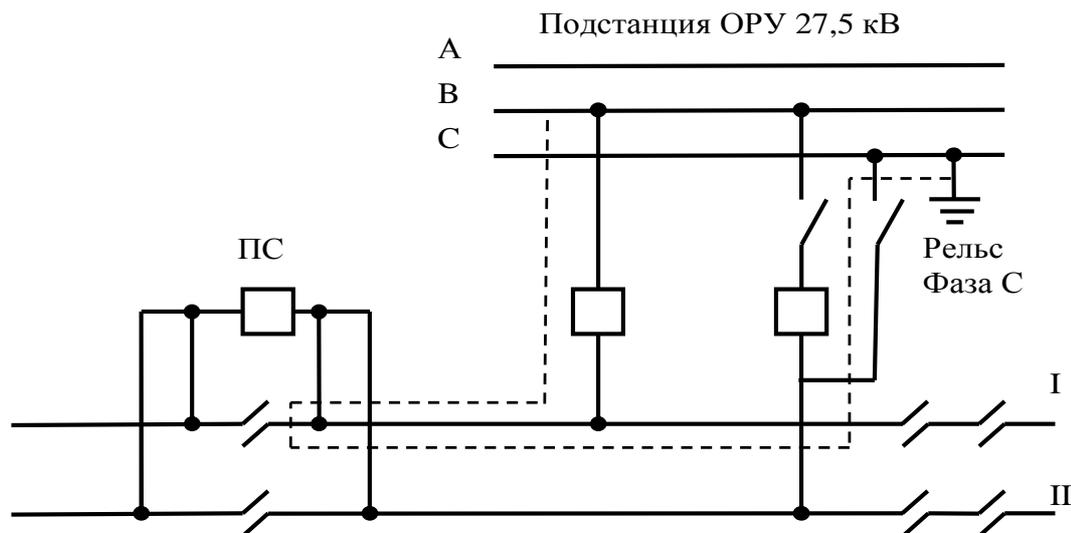


Рис. 2. Схема плавки гололеда на контактной сети с перерывом движения поездов.

При коротком замыкании на электровозе в месте контакта токоприемника и провода происходит перегорание последнего, причем вероятность перегорания больше при угольных вставках. Бронзовые и двойные медные провода более надежны в работе, так как время перегорания первых в 1,5 раза, а вторых в 2,5—2,8 раза больше, чем медного одиночного провода.

Перегорание проводов контактной сети постоянного тока может происходить при проходе токоприемника через воздушный промежуток или секционный изолятор, когда секция, на которую переходит токоприемник, отключена, но не заземлена. Возникшая дуга поддерживается рабочим током и тянется на значительное расстояние. Защита в этом случае не срабатывает, поскольку ток мал по сравнению с уставкой выключателя.

Для предотвращения перегорания проводов применяют автоматическую сигнализацию, напоминающую машинисту, что поезд должен проходить воздушный промежуток с опущенным токоприемником. Устройство сигнализации реагирует на понижение напряжения или его отсутствие в одной из секций контактной сети. При снятии напряжения с одной из секций контактной сети автоматически включаются мигающие огни сигнального знака «Опустить токоприемник» на этом пути. При этом машинист обязан опустить токоприемник и электровоз будет двигаться по инерции. На таких воздушных промежутках применяют провода с повышенной термической устойчивостью.

При значительных гололедных отложениях возможен обрыв контактного провода, а также в результате перегорания, что приводит к его падению на землю и соответственно к возникновению короткого замыкания (КЗ). Короткие замыкания могут быть вызваны также загрязненными изоляторами, птицами и животными. Различают глухое КЗ, при котором токоведущие части непосредственно соприкасаются, и неглухое, когда они соединены электрической дугой.

КЗ между всеми тремя фазами трехфазной линии относительно редки и составляют около 5% всех случаев замыкания. Если при этом происходит соединение фаз с землей, то замыкание называется трехфазным на землю.

Двухфазные замыкания и двухфазные замыкания на землю составляют около 30% повреждений. Наибольшее число всех КЗ (около 65%) составляют однофазные замыкания на землю. На землю могут замкнуться в разных местах и две фазы — двойное замыкание на землю.

Если нейтраль системы заземлена (сети напряжением 110 кВ и выше), замыкание одной фазы на землю является однофазным КЗ и сопровождается большим током. Если же нейтраль изолирована или заземлена через дугогасящую катушку (компенсированная система), то замыкание одной фазы на землю сопровождается малыми токами (сети напряжением 6 – 35 кВ). Условия защиты в сетях с большими и малыми токами замыкания на землю существенно различны.

Контактные сети железных дорог на переменном токе (27,5 кВ) и на постоянном (3,3 кВ) работают в сложных условиях. Механическое воздействие токоприемников подвижного состава, запыленность изоляции вызванная прохождением поездов, создают условия для значительно более частотного возникновения КЗ, чем у обычных воздушных линий того же класса напряжения.

Выводы

1. Для обеспечения надежности и электробезопасности систем питания необходимо усовершенствовать защиту, которая предотвращала бы дальнейшее развитие аварии при перегорании контактного провода.

2. Большие трудности для выбора и расчета защиты контактной сети создает то обстоятельство, что максимальные нагрузочные токи соизмеримы с токами КЗ.

Список литературы

1. Фигурнов Е.П. Релейная защита: Учебник для студентов электротехнических и электро-механических специальностей транспортных и других вузов – К.: Транспорт Украины, 2004. – 565 с.
2. Правила улаштування системи тягового електропостачання залізниць України. – К.: Транспорт України, 2005. – 65 с.
3. Борц Ю.А., Чекулаев В.Е. Контактная сеть.: Иллюстрированное пособие. -2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1981. – 223 с.
4. Геронимус Б.Е., Семенчинский Г.В., Шухатович Л. И. Релейная защита устройств энергоснабжения электрической тяги – М.: Транспорт, 1967. – 145 с.
5. Звездкин М.Н. Электроснабжение электрофицированных железных дорог. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1974. – 168 с.