

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИЙ ОПОР ЛЭП

Кулиуш Д.М., студент. гр. ЗПГС-602М. Научные руководители - Диордиенко Л.Д., проф. к.т.н., Карпюк Ф.Р., к.т.н.

В статье приводятся особенности расчета конструкций опор от действия постоянных, временные, кратковременных и особых видов нагрузок действующих на опоры линий ЛЭП.

Железобетонные опоры должны удовлетворять требованиям расчета по прочности и по пригодности к нормальной эксплуатации.

Расчет по прочности должен обеспечить конструкции от любого вида разрушений. Расчет по пригодности к нормальной эксплуатации должен обеспечивать опоры от недопустимых по ширине раскрытия трещин для сохранности от коррозии арматуры, а также от чрезмерных прогибов [1, 3].

Расчет опор по предельным состояниям производится для всех стадий - изготовления, транспортирования, монтажа и эксплуатации.

Расчет опор по раскрытию трещин и по деформациям допускается не проводить, если при опытной проверке установлена их достаточная трещиностойкость, а жесткость конструкции в процессе их эксплуатации достаточна.

Железобетонные опоры контактной сети следует рассчитывать на нагрузки поперек пути по огибающим эпюрам изгибающих моментов и поперечных (перерезывающих) сил (рис 1).

Нормативные нагрузки для расчета железобетонных опор можно определять путем деления расчетных нагрузок на обобщенный коэффициент надежности по нагрузке.

Значения нагрузок, применяемых в расчетах опор, необходимо умножать на коэффициент надежности по назначению, принимаемый для сооружений II класса ответственности.

К трещиностойкости железобетонных опор предъявляются требования II категории трещиностойкости конструкций, допускающих ограниченное по ширине непродолжительное раскрытие трещин при условии их последующего надежного закрытия.

Прогибы железобетонных опор не должны превышать предельно допустимых значений, устанавливаемых из условия обеспечения нормального токосъема.

Нагрузки, действующие на контактную сеть, подразделяются на постоянные и временные, а последние - на кратковременные и особые [2].

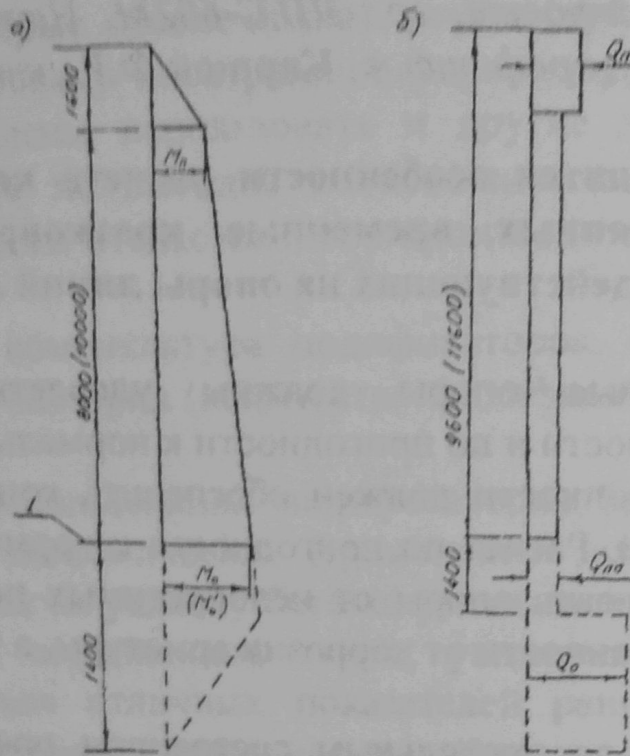


Рис. 1. Огибающие обобщенные эпюры для расчета железобетонных опор контактной сети: а – изгибающих моментов, б – перерезывающих сил (в скобках для опор 15,6 м); 1 – условный обрыв фундамента.

К постоянным относятся следующие нагрузки:

вес проводов, изоляторов, оборудования и арматуры контактной сети; вес строительных конструкций опорных, поддерживающих, фиксирующих и анкерочных устройств; вес грунта (при расчете фундаментов опор); усилия от натяжения и изменения направления проводов некомпенсированных (при среднегодовой температуре) и компенсированных.

К кратковременным относятся нагрузки: давление ветра на провода, тросы и другие конструкции контактной сети; вес гололеда на проводах, поддерживающих и фиксирующих устройствах; вес гололеда на пастилах опор и на жестких поперечинах; усилия от дополнительного натяжения некомпенсированных проводов и изменения их направления при отклонениях минимальной температуры от среднегодовой; вес монтажника с инструментом на проводах или конструкциях; нагрузки, возникающие при погрузке, разгрузке, перевозке и монтаже конструкций; нагрузки, возникающие

при монтаже проводов контактной сети.

К особым нагрузкам и воздействиям относятся: нагрузки, возникающие при обрыве проводов контактной сети; сейсмические воздействия.

Расчет конструкции контактной сети необходимо производить на наиболее неблагоприятные сочетания нагрузок, действующих одновременно в процессе строительства или эксплуатации. При этом необходимо рассматривать основные и особые сочетания нагрузок.

Значения расчетных нагрузок, необходимых для расчета конструкций контактной сети, следует определять путем умножения каждой из нагрузок на соответствующий ей коэффициент надежности по нагрузке.

Определение нагрузок аварийного режима на консольные опоры контактной сети следует производить для случая обрыва несущего троса целных контактных подвесок, дающего наиболее невыгодные сочетания и наибольшие величины действующих на конструкцию сил; эти силы превышают нагрузки, возникающие при обрыве контактных или усиливающих проводов [1].

Нагрузки при обрыве проводов на опорах питающих линий определяют, исходя из условий обрыва одного из проводов, подвешенных на опоре, дающего наибольший изгибающий или крутящий момент на опору. Продольная (вдоль линии) сила, приложенная в точке крепления провода при его обрыве, принимается равной 0,5 наибольшего натяжения провода, подвешенного на металлической опоре, и 0,3 наибольшего натяжения провода при его подвеске на железобетонной опоре. Нагрузки на концевые, угловые и анкерные опоры при обрыве проводов питающих и отсасывающих линий определяют по Правилам устройства электроустановок (ПУЭ). При этом нагрузки определяют из условий обрыва проводов одной линии, дающих наибольший изгибающий или крутящий момент на опору. За линию принимают провода, закрепленные на одной натяжной гирлянде.

Расчетную схему для определений усилий, действующих на консольные опоры контактной сети при обрыве проводов цепной подвески, следует принимать по рис. 2.

На конце консоли приложена вертикальная нагрузка $Q_d H$

$$Q_d = K_d Q_c$$

(1)

где $K_d = 1,9$ динамический коэффициент; Q_c вес цепной контактной подвески, зависящий от типа применяемых проводов и длины пролета, H .

Консоль (рис. 3) развернута на угол β_k к линии, перпендикулярной оси пути таким образом, что точка закрепления троса передвинута вдоль пути на величину h_n , равную конструктивной высоте цепной контактной подвески. Угол β_k определяют из условия

$$\sin \beta_k = \frac{h_n}{a_T}$$

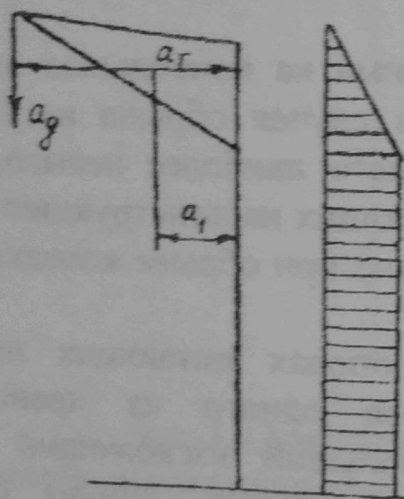


Рис. 2. Схема действия сил на опору при обрыве несущего троса

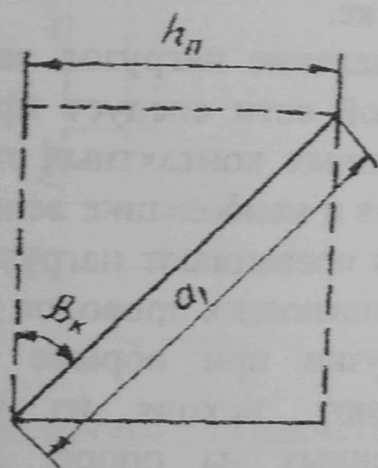


Рис. 3. Расположение консоли (в плане) при действии максимальных сил, возникающих при обрыве проводов

Изгибающий момент M_d создается вертикальной силой, приложенной на конце консоли

$$M_d = a_d Q_d + a_t Q_k + a_T Q_H \quad (2)$$

где a_d - расстояние от оси опоры до точки крепления несущего троса, м; a_t - расстояние от оси опоры до центра тяжести консоли, м; Q_k - вес консоли, Н; Q_H , Н.

Очертание эпюры изгибающих моментов соответствует приведенному на рис. 2. Работа опоры, имеющей разные значения моментов инерции сечения вдоль оси пути и перпендикулярно к ней, соответствует косому изгибу.

Составляющие изгибающего момента вдоль оси пути M_e и перпендикулярно к осп пути M_n нужно вычислять по формулам:

$$M_e = M_d \sin \beta_k \tag{3}$$

$$M_n = M_d \cos \beta_k \tag{4}$$

где M_d - изгибающий момент в плоскости действия равнодействующей силы.

Нагрузку на конструкции контактной сети от обрыва несущего троса определяют для заданного типа контактной подвески, района по гололеду и длин пролетов. Для определения вертикальных сил, действующих при обрыве, следует принимать толщину стенки гололеда, равную 0,5 максимальной.

Расчет нагрузок на ригель жесткой поперечины в аварийном режиме следует выполнять для случая обрыва несущего троса в середине пролета контактной подвески одного из главных путей, дающего наиболее невыгодные сочетания и наибольшие величины действующих сил.

При расчете в аварийном режиме продольной нагрузки в опорных узлах поперечины следует рассматривать ту контактную подвеску, обрыв несущего троса которой даст максимальное значение продольной нагрузки.

Вертикальную нагрузку, действующую при обрыве проводов на жесткую поперечину, следует определять по формуле (1).

При расчете жесткой поперечины па вертикальную нагрузку от обрыва проводов действие продольной силы не учитывают.

При подвешивании контактной подвески на консольных стойках место приложения вертикальной нагрузки следует определять с учетом поворота консоли на угол β_k .

Выводы. Несущие конструкции контактной сети, к числу которых относятся опоры, являются ответственными. Надежность опор контактной сети определяет бесперебойность подачи электроснабжения потребителям, поэтому вопросам прочности железобетонных опорных конструкций как на стадии разработки и проектирования, так и на стадии изготовления и эксплуатации всегда должно уделяться особое внимание.

Література

1. ВСН 141-90 «Нормы проектирования конструкций контактной сети». М.: Минтрансстрой, 1992. – 182 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Нагрузки и воздействия. К.: Минстрой Украины, 2006. – 92 с.
3. Крюков К.П., Новгородцев Б.П. Конструкции и механический расчет линий электропередач. – 2е изд., перераб. и до. – Л.: Энергия, Ленгр. отд-ние, 1979. – 312 с.
4. Подольский В. И. Железобетонные опоры контактной сети. Конструкции, эксплуатация, диагностика /Труды ВНИИЖТ. - М.: Интекст, 2007. - 152 с.
5. ГОСТ 22687.0-85. Стойки железобетонные центрифугированные для опор высоковольтных линий электропередачи. Технические условия – М.: Издательство стандартов, 1984.
6. ГОСТ 22687.1-85. Стойки конические железобетонные центрифугированные для опор высоковольтных линий электропередачи. Конструкция и размеры – М.: Издательство стандартов, 1984.