

УДК 62-752.2

Арматура воздушных линий. Гасители вибрации

Голета Д.А.

Научный руководитель – ассистент ЮРШО Е.Л.

При обтекании проводов потоком воздуха, направленным поперек оси линии или под некоторым углом к этой оси, с подветренной стороны провода возникают завихрения. Периодически происходят отрывы ветра от провода и образование вихрей противоположного направления.

Отрыв вихря в нижней части вызывает появление кругового потока с подветренной стороны, причем скорость потока v в точке А становится больше, чем в точке В. В результате появляется вертикальная составляющая давления ветра. При совпадении частоты образования вихрей с одной из частот собственных колебаний натянутого провода последний начинает колебаться в вертикальной плоскости. При этом одни точки больше всего отклоняются от положения равновесия, образуя пучность волны, а другие — остаются на месте, образуя так называемые узлы. В узлах происходят только угловые перемещения провода. Такие колебания провода с амплитудой, не превышающей 0,005 длины полуволны или двух диаметров провода, называются вибрацией.

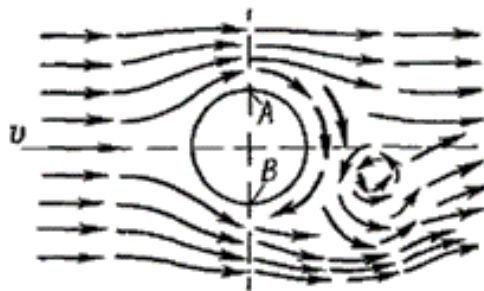


Рисунок 1 – Образование вихря за проводом

Вибрация проводов возникает при скоростях ветра 0,6—0,8 м/с; при увеличении скорости ветра увеличиваются частота вибрации и число волн в пролете, при скорости ветра свыше 5—8 м/с амплитуды вибрации настолько малы, что не опасны для провода.

Вибрация проводов наблюдается чаще всего на линиях, проходящих по открытой и ровной местности. На участках линий в лесной и пересеченной местности продолжительность и интенсивность вибраций значительно меньше. Вибрация проводов наблюдается, как правило, в пролетах длиной более 120 м и усиливается с увеличением пролетов. Особенно опасна вибрация на переходах через реки и водные пространства с пролетами длиной более 500 м.

Опасность вибрации заключается в обрывах отдельных проволок на участках их выхода из зажимов. Эти обрывы происходят вследствие того, что переменные напряжения от периодических изгибов проволок в результате вибрации, накладываются на основные растягивающие напряжения в подвешенном проводе. Если последние напряжения невелики, то суммарные напряжения не достигают предела, при котором происходит разрушение проволок от усталости.

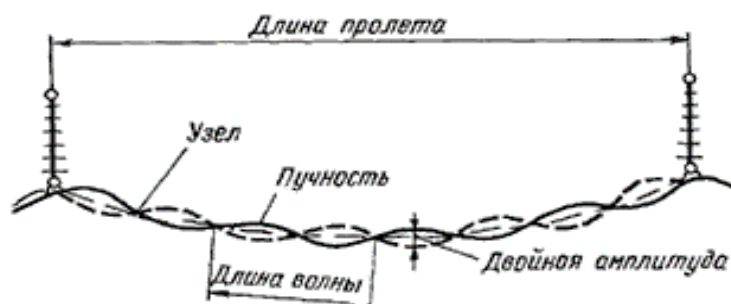


Рисунок 2 – Волны вибрации на проводе в пролете

На основании наблюдений и исследований установлено, что опасность разрушения проводов зависит от так называемого среднеэксплуатационного напряжения (напряжения при среднегодовой температуре и отсутствии дополнительных нагрузок).

В обеспечении исправного функционирования воздушных линий электропередач (ВЛ) и системы электроснабжения в целом гасители вибрации играют огромную роль. Другое техническое название этих деталей воздушной линии – демпферы. Их использование позволяет предохранить провода ВЛ от вибрационного ослабления и, как следствие, от разрушения. Следует заметить, что вибрации могут быть достаточно сильными. В ряде случаев амплитуда колебаний составляет несколько диаметров провода. Условия комплектования воздушных линий электропередачи гасителями вибрации от региона к региону различаются.

Методы борьбы с вибрацией проводов

Согласно ПУЭ одиночные алюминиевые и сталеалюминевые провода сечением до 95 мм² в пролетах длиной более 80 м, сечением 120 - 240 мм² в пролетах более 100 м, сечением 300 мм² и более в пролетах более 120 м, стальные провода и тросы всех сечений в пролетах более 120 м должны быть защищены от вибрации, если напряжение при среднегодовой температуре превышает: 3,5 даН/мм² (кгс/мм²) в алюминиевых проводах, 4,0 даН/мм² в сталеалюминевых проводах, 18,0 даН/мм² в стальных проводах и тросах.

В пролетах меньше указанных выше защита от вибрации не требуется. Защита от вибрации не нужна также на линиях с расщеплением фазы на два провода, если напряжение при среднегодовой температуре не превышает 4,0 даН/мм² в алюминиевых и, 4,5 даН/мм² в сталеалюминевых проводах. Фаза с расщеплением на три и четыре провода, как правило, не требует защиты от вибрации. Участки любых линий, защищенные от поперечных ветров, не подлежат защите от вибрации. На больших переходах рек и водных пространств защита необходима независимо от напряжения в проводах.

Как правило, снижение напряжений в проводах линий до значений, при которых не требуется защиты от вибрации, экономически невыгодно. Поэтому на линиях напряжением 35 - 330 кВ обычно устанавливаются виброгасители, выполненные в виде двух грузов, подвешенных на стальном тросе.

Виброгасители поглощают энергию вибрирующих проводов и уменьшают амплитуду вибрации около зажимов. Виброгасители должны быть установлены на определенных расстояниях от зажимов, определяемых в зависимости от марки и напряжения провода.

На ряде линий для защиты от вибрации применяются армирующие прутки, выполненные из того же материала, что и провод, и наматываемые на провод в месте его закрепления в зажиме на длине 1,5 - 3,0 м. Диаметр прутков уменьшается в обе стороны от середины зажима. Армирующие прутки увеличивают жесткость провода и уменьшают вероятность его повреждения от вибрации. Однако наиболее эффективным средством борьбы с вибрацией являются виброгасители.

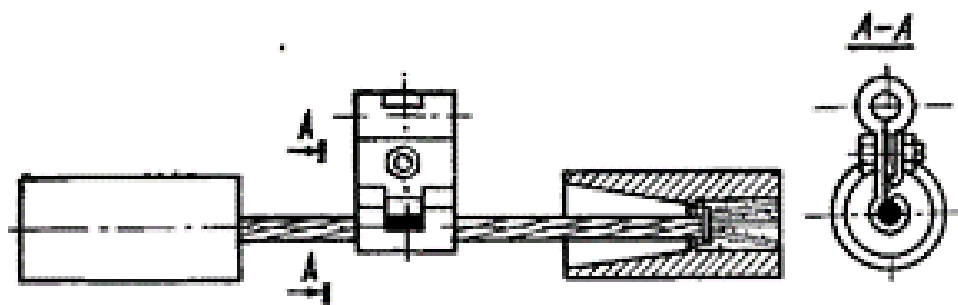


Рисунок 3 – Виброгаситель на проводе

Для защиты от вибрации одиночных сталеалюминевых проводов сечением 25—70 мм² и алюминиевых сечением до 95 мм² рекомендуются гасители петлевого типа (демпфирующие петли), подвешиваемые под проводом (под поддерживающим зажимом) в виде петли длиной 1,0—1,35 м из провода того же сечения. В зарубежной практике петлевые гасители из одной или нескольких последовательных петель применяются также для защиты проводов больших сечений, в том числе и проводов на больших переходах.

Виды виброгасителей

Самыми первыми виброгасящими изделиями, использовавшимися в борьбе с разрушительными колебаниями проводов воздушных линий электропередачи (ВЛ) были гасители вибрации ГВ с глухим креплением на проводе, они же демпферы колебаний Стокбриджа. Данные изделия были единственными виброгасителями, применявшимися с середины 20-х годов прошлого века, пока для их замены не были разработаны виброгасители ГПГ, практически ничем от них не отличавшиеся. Однако простота и невысокая цена послужили причиной того, что виброгасители ГВ, правда, в несколько изменённом виде и теперь защищают ВЛ от вибрационных разрушений.

Демпфер колебаний Стокбриджа представляет собой сейсмическое устройство, используемое для демпфирования воздушных линий электропередачи. Демпферы колебаний Стокбриджа содержат пару грузов, соединенных многожильным стальным кабелем (обычно известным как "несущий кабель"), и зажим, прикрепленный к кабелю в месте, расположенном между грузами, для прикрепления к воздушному кабелю электропередачи. Конфигурация грузов, смонтированных на концах несущего кабеля, сконструирована так, что они входят в резонанс при частотах, определенных таким образом, чтобы они соответствовали колебаниям, возникающим в кабеле линии электропередачи.

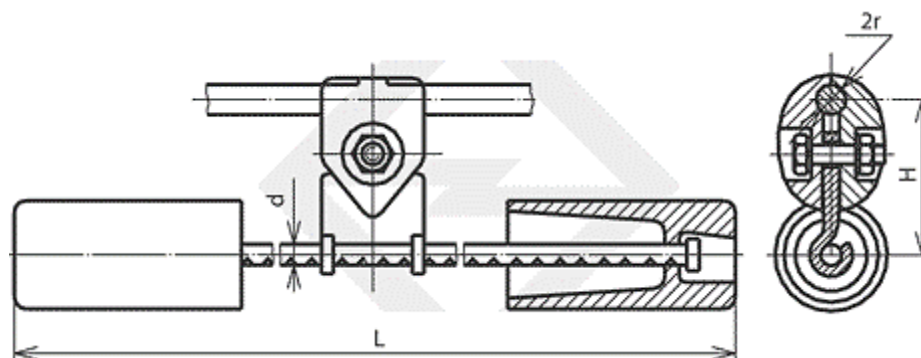


Рисунок 4 – Гаситель вибрации ГВ с глухим креплением на проводе

Гасители вибрации ГВУ многочастотные являются самым современным на сегодняшний день решением среди всей виброзащитной линейной арматуры. От виброгасителей ГВП эта арматура отличается тем, что разными являются массы грузов и длины плеч демпфирующего троса. Комбинируя эти параметры гасителей вибрации ГВУ

многочастотных, при проектировании ВЛ, добиваются повышения надёжности виброзащиты.

Преимущества ГВУ:

- широкая частотная характеристика;
- повышенное рассеяние энергии ветра;
- высокая выносливость на вибрационные нагрузки;
- потери на корону и радиопомехи соответствуют нормам;
- удобство монтажа.

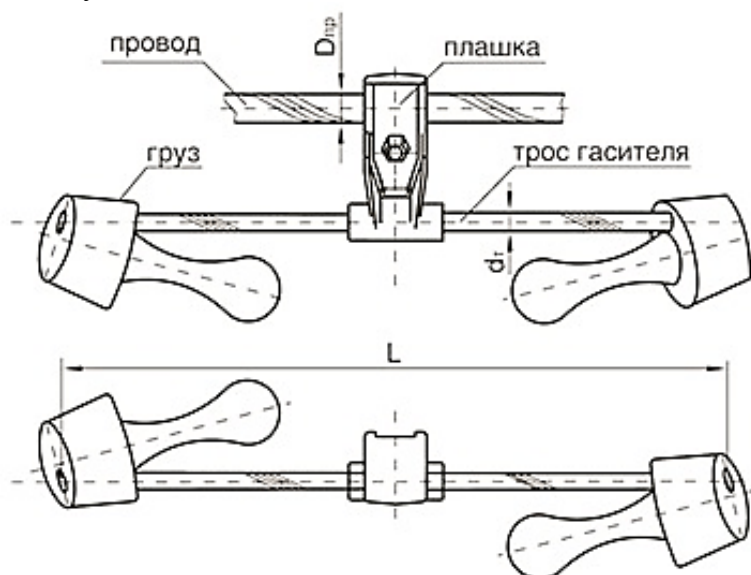


Рисунок 5 – Гаситель вибрации ГВУ

Гасители вибрации ГПГ-А в ходе усовершенствований получили несколько концептуальных улучшений конструкции. Каждое из них в отдельности и все в комплексе дали возможность увеличить эффективность гашения вибраций проводов воздушной линии электропередачи (ВЛ). была изменена конфигурация монтажной плашки, с помощью которой гаситель вибрации ГПГ-А закрепляется на проводнике ВЛ. Был заменён и материал, из которого изготавливалась плашка. Главное усовершенствование данной арматуры заключается в том, что была кардинально изменена конфигурация грузов. Теперь это не просто чугунные цилиндры, хотя и поглощающие энергию колебаний, но недостаточно эффективно. В инновационных гасителях вибрации ГПГ-А применены подковообразные грузы, изготовленные из стали. Такая форма позволяет купировать не только вертикальные вибрации, но сглаживать и горизонтальные, с воздействием которых устаревшие демпферы практически не справлялись.

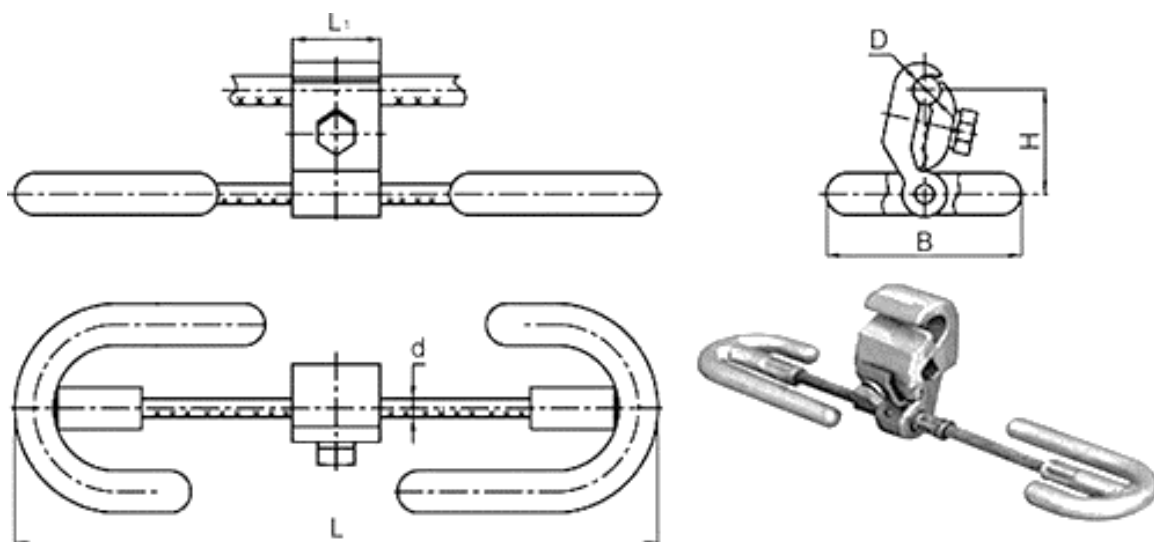


Рисунок 6 – Гаситель вибрации ГПГ-А

Гасители вибрации ГВП многочастотные являются развитием демпферов, оснащённых эксцентрично закреплёнными грузами. Показателями своей функциональности и безопасности данная арматура на порядок превосходит классические решения – виброгасители ГВН, ГПГ и даже сравнительно новые ГПГ-А. Увеличение количества резонансных частот для гасителя вибрации ГВП многочастотного стало возможным из-за кардинального изменения конфигурации энергопоглощающих грузов. В данных изделиях применяются энергопоглотители в виде шахматной фигуры – пешки. Данная конфигурация была предложена в 1998 году. Общая защита воздушной линии улучшается при использовании гасителей вибрации ГВП многочастотных в сочетании с другой защитной линейной арматурой. Однако и без её применения изделия показывают хорошие результаты и надёжно защищают линию от негативного воздействия вибрационных колебаний.

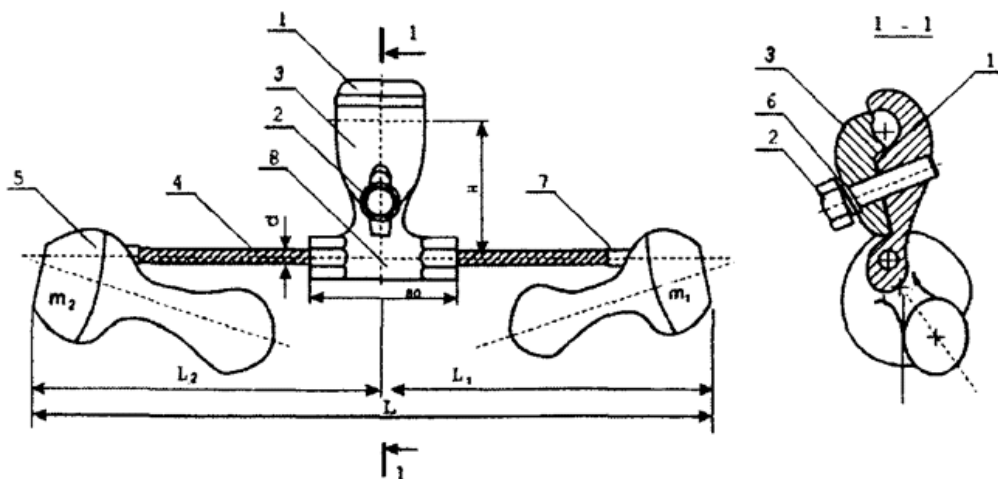


Рисунок 7 – Гаситель вибрации ГВП

Литература

1. Линии электропередачи – 2010: проектирование, строительство, опыт эксплуатации и научно-технический прогресс: Сборник докладов Четвертой Российской научно-практической конференции с международным участием / Под ред. Ю.А. Лаврова. – Новосибирск, 2010. – 322 с.
2. Железнов Д.Ф., Смирнов Д.В. Контактные сети и линии электропередач. 41: Учебное пособие для студентов специальности "Электроснабжение железных дорог". - М.: МИИТ, 2010.-114 с.
3. <http://electricalschool.info/main/vl/416-vibracija-i-pljaska-provodov-na.html>

4. http://www.armiz.ru/manufacturing/index.php?IBLOCK_ID=18