

ГАШЕНИЕ ВИБРАЦИИ — ВАЖНАЯ ПРОБЛЕМА ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ И СВЯЗИ

Б.М. Жуков, к.т.н., начальник отдела виброзащитных устройств ЗАО «МЗВА»

Год назад был опубликован материал о работах, которые ведет одно из подразделений ПО «ФОР-ЭНЕРГО» — отдел разработки виброзащитных устройств — в области совершенствования серийно выпускаемых на ЗАО «МЗВА» резонансных гасителей и разработки принципиально новых широкополосных гасителей вибрации. За прошедшее время удалось существенно продвинуться вперед в вопросах расширения и совершенствования испытательной базы, отработки экспериментальных и расчетных методов исследования, конструктивных решений в области гашения вибрации и пляски проводов.

Новое испытательное оборудование

Начать необходимо с того, что сделано в ходе выполнения программы развития Испытательного Центра линейной арматуры и высоковольтных изоляторов ООО «ЧЭМЗ»–ЗАО «МЗВА» (ИЦ «ЛАВИ» «ЧЭМЗ»–«МЗВА»), в состав которого входит сектор вибрационных испытаний, и который был аккредитован Федеральной службой по аккредитации (аттестат № РОСС RU.0001.22 МН34 от 4.04.2013).

Введен в эксплуатацию стенд СВИ-02 для испытаний гасителей вибрации и пляски, проводов, тросов, оптических кабелей, изоляторов и арматуры



Рис. 1. Испытательный стенд для испытаний на вибрацию и пляску СВИ-02

длиной 100 м (рис.1), укомплектованный профессиональной аппаратурой.

Приобретено оборудование для определения эксплуатационных параметров гасителей вибрации, вибрационных испытаний проводов, кабелей, изоляторов и арматуры:

- система испытательная вибрационная электродинамическая для определения характеристик гасителей вибрации согласно МЭК 61897-98 «Воздушные линии электропередачи. Требования и процедуры испытаний для гасителей Стокбриджа» (мощность рассеивания, импеданс и фазовый угол гасителей) (рис.2);
- стенд для ресурсных испытаний гасителей вибрации по МЭК 61897-98.
- Оборудование для статических испытаний гасителей вибрации по МЭК 61897-98:
- устройство для определения прочности заделки грузов и зажима гасителя на тросе;
- устройство для определения прочности заделки гасителя на проводе.

Все перечисленные устройства снабжены автоматическими системами управления испытаниями и регистрации результатов, аттестованы в установленном порядке.

Современное оборудование позволило проводить на базе ИЦ «ЛАВИ» «ЧЭМЗ»-«МЗВА» такие виды испытаний гасителей вибрации, проводов, кабелей,

изоляторов и арматуры, которые еще в прошлом году казались сложными и практически недостижимыми:

- определение напряжений в проволоках провода во время вибрации (МЭК 61897-98), оценка ресурса проводов на основании полученных зависимостей;
- определение параметров демпфирования троса гасителей вибрации;
- ресурсные испытания гасителей вибрации (МЭК 61897-98);
- ресурсные испытания проводов и кабелей на вибрацию и пляску (IEEE 1222);
- испытания на воздействие вибрации на полимерные изоляторы.

Необходимо отметить, что методики проведения испытаний отрабатывались и совершенствовались в ходе решения конкретных задач, и накопленный опыт позволил, с нашей точки зрения, усовершенствовать некоторые из достаточно давно используемых методик - например, методику определения характеристик гасителей методом стоячей волны и энергетическим методом (МЭК 61897-98).

Расчетные методы исследования, рекомендации по выбору гасителей

Освоение нового оборудования и использование новых методик испытаний позволили накопить до-



Рис.2. Система испытательная вибрационная электродинамическая ES -1-150/DA-1.

■ Другие вопросы

статочный объем фактического материала, который послужил основой для разработки расчетных методов определения параметров гасителей вибрации (решение задачи методом конечных элементов). В результате получены значения собственных частот серийных и экспериментальных гасителей вибрации типа Стокбридж. С использованием полученных экспериментальных и расчетных данных была разработана «Инструкция по применению многочастотных гасителей вибрации производства ЗАО «МЗВА» на проводах и грозозащитных тросах воздушных линий электропередачи напряжением 35-750 кВ и волоконно-оптических кабелях ВОЛС-ВЛ», утвержденная в ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС».

Разработка гасителей вибрации.

Создание современной испытательной базы и новых методик испытаний позволили существенно расширить возможности конструкторских подразделений ЗАО «МЗВА» в области разработки новых и совершенствования серийных гасителей вибрации.

Серийно выпускаемый на ЗАО «МЗВА» резонансный трехчастотный гаситель вибрации типа ГВ хорошо зарекомендовал себя как эффективное защитное устройство для предупреждения усталостных напряжений, вызываемых вибрацией, на проводах, грозозащитных тросах и оптических кабелях связи. Следует признать, что расширение диапазона эффективного гашения является объективным фактором повышения надежности воздушных линий электропередачи, а значит необходимо искать конструктивные решения данной проблемы.

Задача решалась путем замены демпфирующего троса, изменения формы и массы грузов, их расположения относительно зажима гасителя. Испытания гасителей с различной массой грузов и длиной плеч (рис.3), т. е. увеличенным количеством резонансных частот гасителя, дали вполне оптимистичные результаты. В настоящее время заканчиваются испытания гасителей вибрации с несимметричными грузами, имеющие пять – шесть резонансных частот.

Новые широкополосные гасители вибрации (рис.4), основанные на новом физическом принципе, позволяют осуществлять гашение вибрации не только в более широком диапазоне частот по сравнению с традиционными гасителями. Одним из важных преимуществ нового гасителя является низкий уровень напряжений в проволоках наружного повива провода по сравнению с гасителями вибрации типа Стокбридж. (рис.5).

Кроме того, средняя величина мощности рассеивания широкополосного гасителя существенно превышает средние значения мощности рассеивания гасителей Стокбриджа (рис.6). Мощность рассеивания определялась в соответствии с МЭК 61897-98. Следует отметить, что масса груза широкополосного гасителя, характеристика которого приведена на рис. 6, составляет всего 1 кг; масса грузов гасителей Стокбриджа составляет 2,8 кг (несимметричный опытный гаситель) и 3,2 кг (серийный гаситель).

Эффективность широкополосного гасителя вибрации можно было оценить на специальном макетном стенде, который демонстрировался в инно-

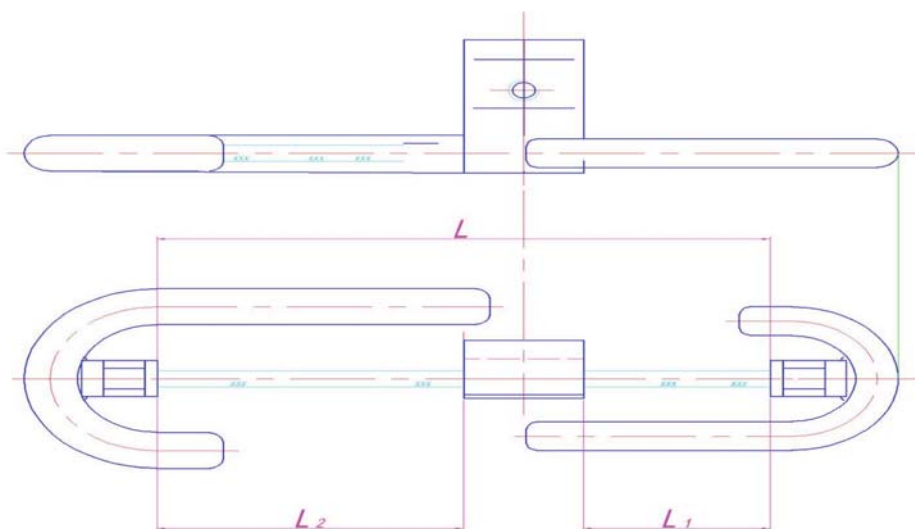


Рис. 3. Гаситель вибрации с несимметричным размещением грузов



Рис. 4. Внешний вид широкополосного гасителя вибрации.

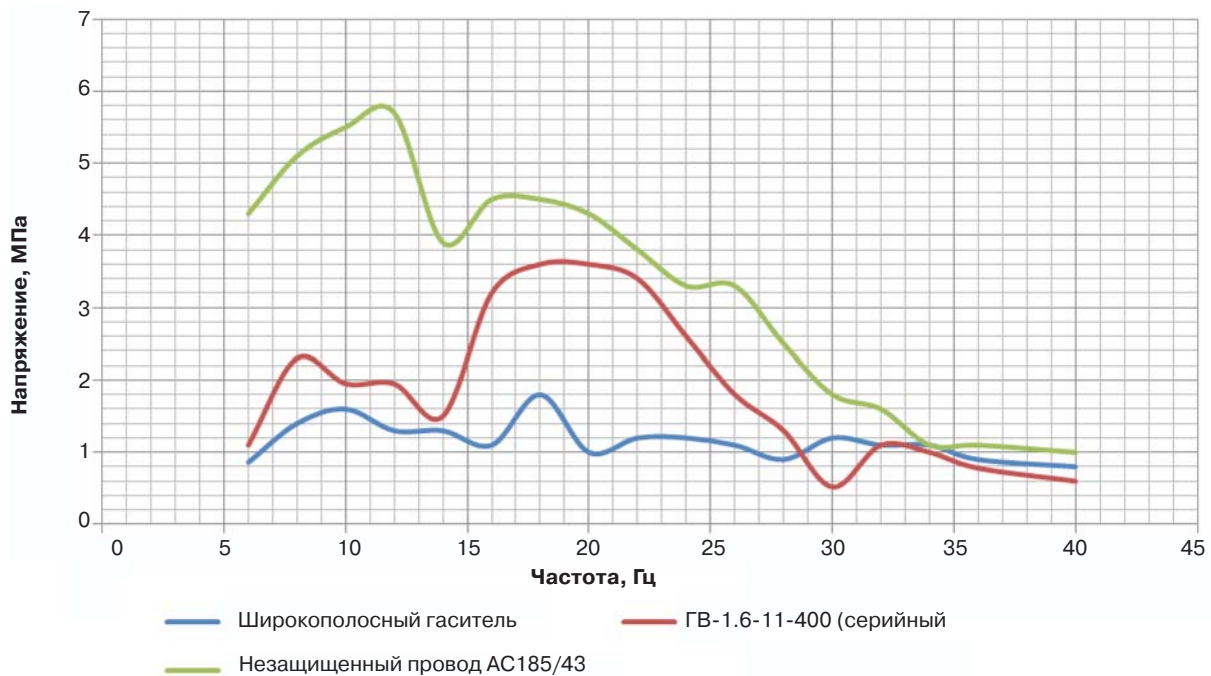


Рис. 5. Зависимость напряжений в проволоках наружного повива провода АС 185/43 от частоты

вационном зале международной выставки «UPGrid 2013» и вызывал живой интерес многочисленных посетителей (рис.7).

Новые направления исследований.

Для обеспечения гарантированной безаварийной эксплуатации полимерных изоляторов возникла необходимость в определении критических пара-

метров вибрации полимерных изоляторов в анкерных и поддерживающих изолирующих подвесках, а также в определении условий, при которых вибрация становится безопасной для эксплуатации изоляторов. Опубликованные результаты подобных исследований [1] показывают, что при определенных условиях изгиб полимерных изоляторов во время вибрации может приводить к разрушению

■ другие вопросы

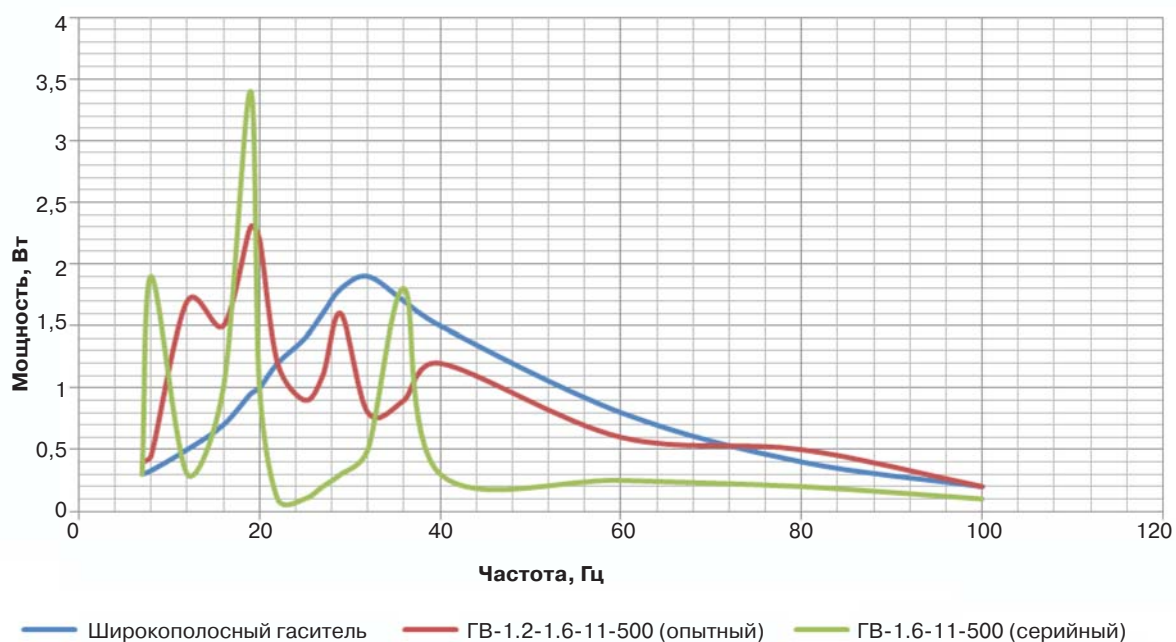


Рис. 6. Зависимость мощности рассеивания гасителей вибрации от частоты

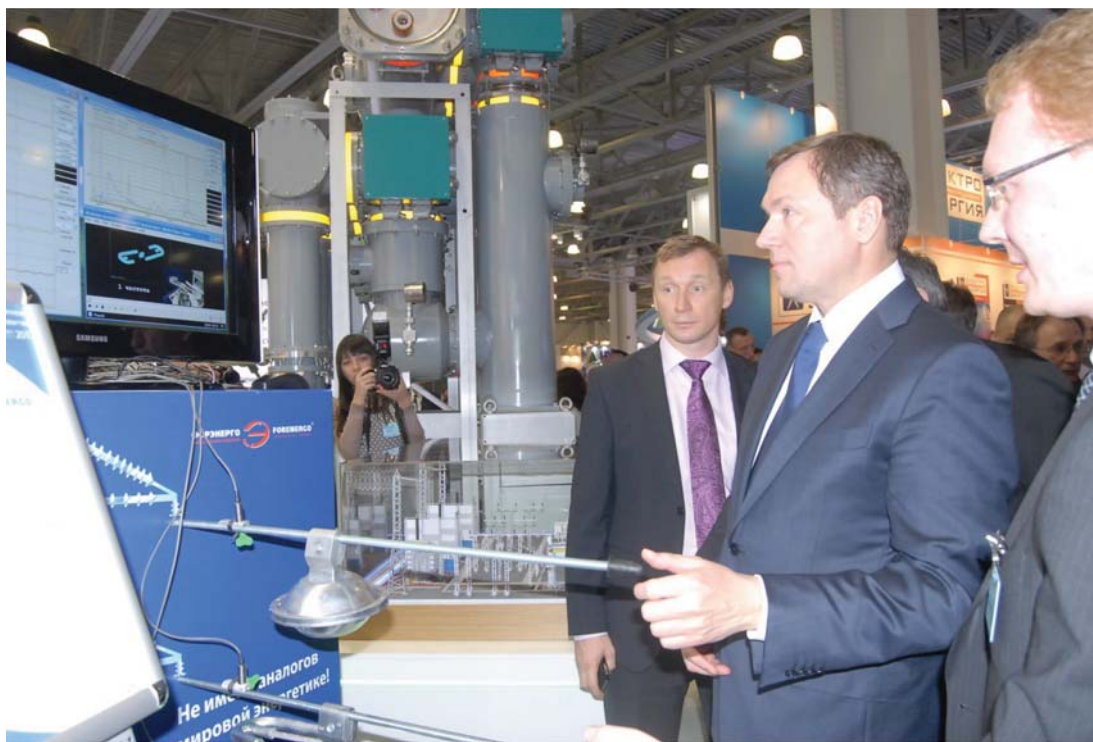


Рис. 7. Руководство ОАО «Россети» у стенда ПО «Форэнерго»



Рис.8. Изолятор ЛК120/110 на испытательном стенде (натяжная подвеска)



Рис. 9. Амплитуда колебаний изолятора при анкерном креплении.

■ другие вопросы



Рис. 10. Изолятор ЛК-120/110 на испытательном стенде (поддерживающая подвеска)

стеклопластиковых стержней. В упомянутой работе установлено, что допустимый прогиб стеклопластикового стержня составляет 4800 мкм/м (4.8 мм/м), при этом отмечалось, что большинство разрушений происходило в анкерных пролетах.

Нами исследовалось воздействие вибрации на линейные подвесные полимерные изоляторы производства ЗАО «ИНСТА» в натяжных и поддерживающих подвесках. Внешний вид испытательного стенда при испытаниях натяжной подвески показан на рис. 8.

При проведении испытаний по длине изолятора размещались датчики (акселерометры), с помощью которых измеряли зависимость амплитуды колебаний от частоты. Акселерометры устанавливались также на проводе. Колебания подводились к проводу с помощью вибровозбудителя, причем двойная амплитуда колебаний провода в пучности на низких частотах (6–15 Гц) равнялась диаметру провода. При испытаниях анкерного крепления провода с использованием изолятора ЛК применялся провод АС 185/43 ГОСТ 839-80, тяжение провода – 20000 Н±500 Н. Использовался гаситель вибрации ГВ-1.6-11-450/16-20 (ЗАО «МЗВА»), установленный на расстоянии 900 мм от натяжного зажима.

Зависимости величины амплитуды колебаний изолятора в натяжной гирлянде от частоты приведены на рис. 9.

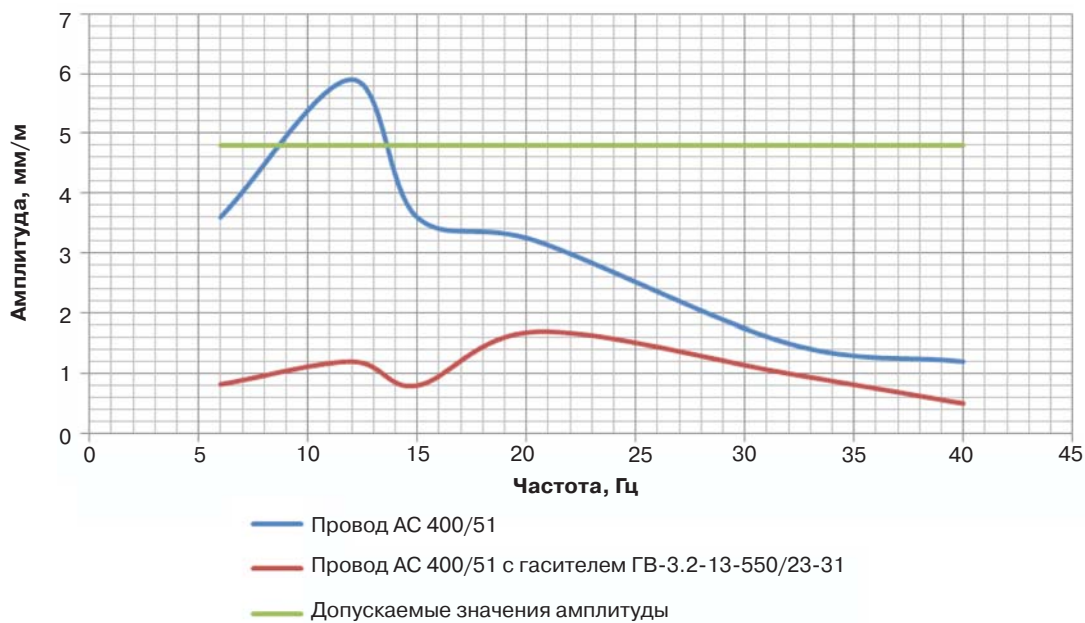


Рис. 11. Зависимость прогиба изолятора от частоты (поддерживающая подвеска)

Поддерживающая подвеска изолятора ЛК-120/110 (ЗАО «ИНСТА») на проводе АС 400/51 показана на рис. 10.

При испытаниях изолятора ЛК120/110 в поддерживающей подвеске использовался провод АС 400/51, тяжение провода составляло 28 кН, зажим устанавливался в пролете стенда длиной 50 м в середине пролета. Для учета веса реального пролета провода к поддерживающему зажиму прикладывалась вертикальная нагрузка величиной 2 кН. Величина амплитуды колебаний провода в пучности поддерживалась на частотах 6-15 Гц равной диаметру провода. Зависимости прогиба изолятора от частоты приведены на рис. 11.

Как видно из графиков, наибольшую опасность для полимерных изоляторов представляют колебания на низких частотах. Гасители вибрации обеспечивают надежную защиту изоляторов от последствий вибрации.

Заключение

Можно с уверенностью сказать, что на ЗАО «МЗВА» происходит постоянное расширение исследований в области разработки вибрационных устройств для воздушных линий электропередачи и связи, постоянно совершенствуется экспериментальная база и методики испытаний, создаются высокоэффективные средства гашения. Мы и в дальнейшем будем развивать данное направление и хочется верить, что накопленный опыт будет в ближайшее время будет востребован при создании современных средств защиты от вибрации по техническим требованиям ОАО «Россети».

Литература

Marrone G., Tavano P. Mechanical fatigue of components of overhead lines with special attention to composite insulators: laboratory and theoretical investigation to evaluate their long term performance under this stress. CIGRE 1990, Pap. 22–204.