

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ГРОЗОЗАЩИТЫ ВЛ 35-220 КВ, ПИТАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯ НЕФТИ И ГАЗА, С ПОМОЩЬЮ ТРАДИЦИОННЫХ СПОСОБОВ

Ю.С. Попова¹, Д.С. Серебрянников²

¹ Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
194021, Санкт-Петербург, Политехническая, 29

² Самарский государственный технический университет
443100, Самара, Молодогвардейская, 244

В статье приведена специфика нефтяной и газовой промышленности, основные положения расчета количества грозовых отключений линий 35-110 кВ. Представлен обзор результатов расчёта эффективности применения традиционных методов грозозащиты ВЛ 35 – 110 кВ

Ключевые слова: грозозащита, двухцепная линия, традиционные способы, грозозащитный трос, количество грозовых отключений

Производство энергоресурсов и, прежде всего, нефти и газа, а также рациональное потребление электроэнергии является основой высокого уровня жизни и эффективной экономики. Нарушения технологического цикла может привести к серьезной потере нефти и газа, а в ряде случаев – и к выходу из строя отдельного узла, например, нефтяной или газовой скважины [1].

Большинство линий 35-110 кВ на месторождениях нефти и газа выполнены в двухцепном варианте. При этом грозоупорность таких ВЛ в целом ниже грозоупорности одноцепных линий, поэтому неприемлемый показатель надежности грозозащиты приводит к серьезным финансовым потерям вследствие отключения линий и повреждения электрооборудования (выключателей, разъединителей, кабелей, трансформаторов и др.). Поэтому в последние годы основное внимание научных проектных и эксплуатирующих организаций направляется на обеспечение надежности работы ВЛ, в том числе при воздействии на их изоляцию грозовых перенапряжений.

Двухцепные отключения, главным образом, происходят из-за большого значения удельного сопротивления грунтов в некоторых районах по трассе ВЛ, где не удается обеспечить сопротивление заземления опор менее 10-20 Ом. В итоге происходят обратные перекрытия на различных фазах различных цепей.

Для выбора оптимального варианта грозозащиты ВЛ необходимо сравнение результатов расчетов для различных (в том числе и альтернативных) способов грозозащиты: а именно количества годовых грозовых отключений линии $N_{\text{г}}$. Этот подход содержит анализ традиционных способов грозозащиты линии, предложенных в [2], путем варьирования факторов, влияющих на грозоупорность. Расчеты были выполнены для длин линий 100 км, грозовой деятельности 100 грозовых часов в год и без учёта успешного АПВ. Полученные значения $N_{\text{г}}$ можно легко привести к иным значениям длины линии $L_{\text{лин } \Sigma}$, грозовой активности $T_{\text{г}}$, и вероятности успешного срабатывания АПВ

$R_{\text{АПВ}}$, помножив на коэффициент $\frac{L_{\text{лин } \Sigma}}{100} \cdot \frac{T_{\text{г}}}{100} \cdot (1 - P_{\text{АПВ}})$.

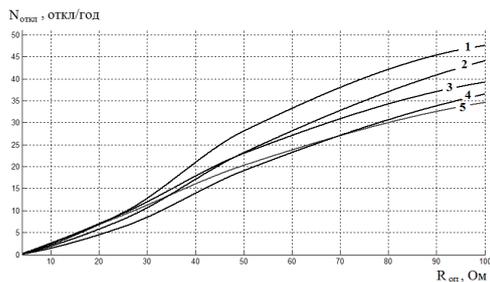
Расчёт числа $N_{\text{откл}}$ выполнен для пяти опор 35 кВ, шести опор 110 кВ [5].

Юлия Сергеевна Попова – аспирант.

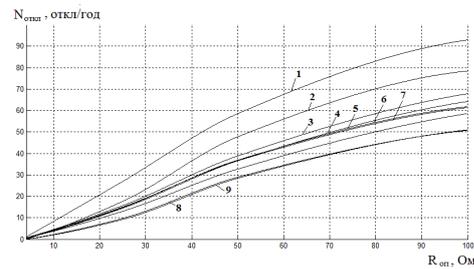
Дмитрий Сергеевич Серебрянников – аспирант.

Число грозových отключений линии прямо пропорционально зависит от количества прямых ударов молнии ($N_{откл} \sim N_{ПВМ}$) [3].

Существенным фактором, влияющим на число грозových отключений линий, является сопротивление заземления опор $R_{оп}$. Потенциал всей опоры и напряжение на гирляндах изоляторов при ударах молнии в ВЛ как раз и зависят от падения напряжения на $R_{оп}$. Значение $R_{оп}$ зависит от конструкций заземляющих устройств опор, удельной проводимости грунта и его влажности и др. В данных расчётах, так же как и в [4], $R_{оп}$ принимается усреднённым по всей длине линии. Результат расчёта $N_{откл} = f(R_{оп})$ представлен на рис. 1.



а – опоры 35 кВ:
1 – ПЗ5-1; 2 – ПБЗ5-1;
3 – ПЗ5-2; 4 – ПБЗ5-2; 5 – ПБЗ5-1в



б – опоры 110 кВ:
1 – П110-2 (одноцепное отключение); 2 – П110-2 (двухцепное отключение); 3 – П110-1;
4 – ПСБ110-1; 5 – ПБ110-4 (одноцепное отключение); 6 – ПБ110-2 (одноцепное отключение);
7 – ПБ110-1; 8 – ПБ110-2 (двухцепное отключение); 9 – ПБ110-4 (двухцепное отключение)

Р и с. 1. Зависимость числа грозových отключений от сопротивления заземления опор

Величина удельного сопротивления грунта ($\rho_{гр}$) влияет на грозоупорность линии двойко. С одной стороны большее $\rho_{гр}$ обуславливает большую значительную грозových волн, снижая напряжения на гирляндах изоляторов, и, тем самым понижая вероятность перекрытия. Расчёты, проведённые для $\rho_{гр} = 100$ Ом·м и $\rho_{гр} = 5000$ Ом·м показали, что при большем $\rho_{гр}$ число отключений снижается слабо, примерно в 1,15 раза. С другой стороны, при прочих равных условиях, большее $\rho_{гр}$ увеличивает сопротивление заземления опор.

С увеличением длины пролёта между опорами ВЛ увеличивается провес проводов и тросов, что несколько уменьшает связь между ними. Расчёты показали, что увеличение длины пролёта с 300 м до 600 м увеличивает количество грозových отключений примерно на 20 %.

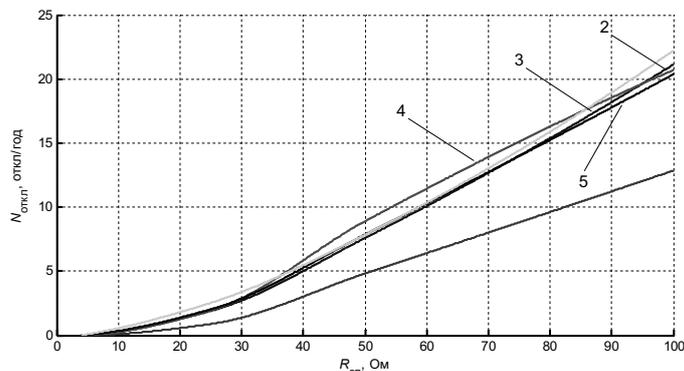
Как показали расчёты, что при добавления к гирлянде одного изолятора, количество отключений снижается примерно на 10%. Однако такой способ повышения грозоупорности линии экономически нецелесообразен и технически сложен.

Несмотря на то, что разные марки сталеалюминевых проводов и стальных тросов имеют различающиеся параметры (диаметр, масса и т.д.), влияющие на протекание переходного процесса при ударе молнии в ВЛ, общее влияние марки провода или троса на показатель грозоупорности ВЛ незначительно и не превышает 4 %.

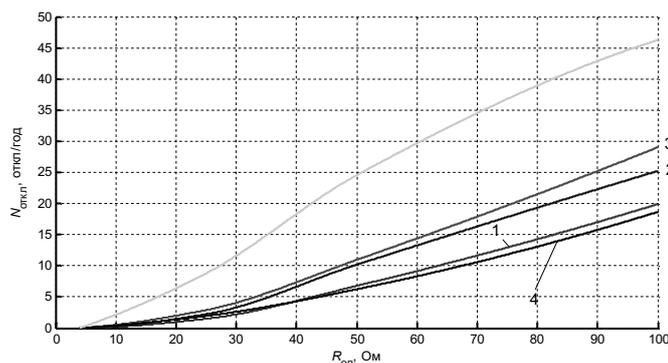
Одним из альтернативных методов грозозащиты является метод, при котором грозозащитный трос переносится с вершины опоры на уровень нижних фаз (либо ниже). Существенным недостатком этого метода является то, что все молнии, не перехваченные опорами ВЛ, ударяют в фазные провода, и с высокой вероятностью приводят к перекрытию линейной изоляции. Другими словами, количество отключений от ударов молнии в фазный провод возрастает на порядок, и тем самым значительно повышает суммарное число грозовых отключений. По сравнению с ВЛ с тросом на вершине опоры, количество грозовых одноцепных отключений возрастает в 2 – 5 раз для всех рассматриваемых опор. Эксплуатация линии с тросом на уровне нижних фаз без защитных аппаратов нецелесообразна из-за недопустимо большого количества одноцепных отключений ВЛ даже при малых сопротивлениях заземления опор.

Этого недостатка лишён метод грозозащиты, при котором тросы сооружаются и на вершине опоры, и на уровне нижних фаз. Кроме повышения коэффициента связи с нижними проводами за счёт наличия дополнительного троса возрастает доля отводимого от поражённой опоры тока.

Ещё большее снижение числа грозовых отключений обеспечивает установка двух тросов на уровне нижних фаз совместно с тросом на вершине опоры (см. рис. 2).



а) опоры 35 кВ: 1 – ПЗ5-1; 2 – ПЗ5-2; 3 – ПБ35-1; 4 – ПБ35-2; 5 – ПБ35-1в



б) опоры 110 кВ: 1 – П110-2; 2 – П110-1; 3 – ПСБ110-1; 4 – ПБ110-1; 5 – ПБ110-2

Р и с. 2. Снижение числа грозовых отключений при установке дополнительных двух тросов под нижними фазами

В заключение хочется отметить, что для всех рассмотренных линий, при различных мероприятиях по грозозащите, связанных с применением дополнительных тросов, годовое число грозовых отключений превышает допустимое уже при сопротивлениях

заземления $R_{оп}$ больших 20 - 25 Ом. Поэтому для повышения грозоупорности ВЛ 35-110 кВ требуется применение нетрадиционных способов, одним из которых является установка ОПН на ВЛ 35-110 кВ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Повышение надежности работы электрооборудования и линий 0,4-110 кВ нефтяной промышленности при воздействиях перенапряжений / Ф.Х.Халилов, В.Г. Гольдштейн, А.Н. Гордиенко, А.А. Пухальский. – М: Энергоатомиздат, 2006. – 356 с.
2. Правила Устройства Электроустановок. 7-ое издание. – СПб.: издательство ДЕАН, 2008. - 704 с.
3. Техника высоких напряжений / Под редакцией Г.С. Кучинского. СПб: Энергоатомиздат, 2003.
4. Руководство по защите электрических сетей 6–1150 кВ от грозových и внутренних перенапряжений / Под научной редакцией академика РАН *Туходеева Н.Н.* – 2-е изд. – СПб: ПЭИПК Минтопэнерго РФ, 1999.
5. Справочник по электрическим установкам высокого напряжения 3-е издание / Под редакцией Баумштейна И.А. - М.: Энергия, 1989.

Статья поступила в редакцию 24 мая 2011 г.

UDC 621.316.938

THE RESULTS OF CALCULATIONS OF LIGHTNING PROTECTION OF 35-220 KV, SUPPLYING ENTERPRISES OF OIL AND GAS, WITH THE HELP OF TRADITIONAL METHODS

J.S. Popova¹, D.S. Serebrennikov²

¹ St. Petersburg State Polytechnical University
29, Polytechnicheskaya st., St. Petersburg, 95251

² Samara State Technical University
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100

The article describes the specifics of the oil and gas industry, the main provisions of calculating the number of lightning outages of lines 35-110 kV. Provides an overview of the results of calculating the efficiency of traditional methods of lightning protection of overhead lines 35 - 110 kV.

Keywords: *lightning protection, double circuit line, the traditional methods, ground wire, the number of lightning outages.*

*J.S. Popova – Postgraduate student.
D.S. Serebrennikov – Postgraduate student.*