

М. М. Лебедев

Естественные условия трасс высокогорных линий электропередачи и связи Армении

Часть I

Основные метеорологические характеристики (Сводка работ 1941 г.)

Высоковольтные линии электропередачи НКЭС и Сельэлектро и линии связи НКЭС, НКС и НКПС, проходя в горных местностях, подвергаются влиянию ряда местных метеорологических факторов, воздействующих на их работу как в электрическом, так и в механическом отношении.

Воздействия эти таковы:

1. Воздействия на габарит фаза—фаза:
 - а) плотности воздуха,
 - б) грозопоражаемости линии,
 - в) амплитуды тока молнии,
 - г) ветра при грозе.
2. Воздействия на габарит фаза—земля:
 - д) гололеда,
 - е) максимальной температуры воздуха.
3. Воздействия на размещение защитного троса:
 - в) амплитуды тока молнии;
 - ж) высоты грозового облака над землей.
4. Воздействия на расчетные механические нагрузки:
 - д) гололеда,
 - з) максимального ветра,
 - и) ветра при гололеде,
 - к) температуры воздуха при гололеде.

В качестве исходных материалов для определения указанных воздействий были использованы как материалы гидрометслужбы и ведомственных метстанций, так и материалы аварийной статистики силовых и слаботочных электролиний.

Полученный материал позволяет предложить ряд рекомендаций для электрического и механического расчета высокогорных линий в

Армении. Оговариваемся, что границы района, называемого нами Арменией, включают всю территорию Армянской ССР, за исключением бассейна р. Охчи, существенно отличающегося в климатическом отношении. Вопросом о распространении полученных выводов на прилегающие территории мы не задавались. Представляется возможным применение наших выводов к естественным условиям Нахич. АССР и бассейна Аракса в пределах Турции, а также частично—прилегающих районов Восточной Грузии и Северозападного Азербайджана, т. к. в направлении этих областей можно ожидать или той же картины, или плавной смены интересующих нас климатических факторов. Напротив, распространение наших выводов в сторону низовьев Аракса на условия Южного Азербайджана и Северного Ирана едва ли возможно, т. к. резкое отличие бассейна р. Охчи от остальных пунктов рассмотренной территории сигнализирует о переходе к иной климатической области.

Плотность воздуха

Плотность воздуха представляет интерес с трех точек зрения:

1. *Средняя плотность воздуха* характеризует условия длительной работы изоляции. Для районов, лишенных непосредственных наблюдений, она может быть подсчитана по простой эмпирической формуле

$$\delta_{\text{ср}} = 1,025 - 0,09 \text{ Н}, \quad \dots \dots \dots (1)$$

где Н—высота в километрах над уровнем моря.

2. *Минимальная плотность воздуха* определяет наихудшие условия работы изоляции. Она может быть определена формулой

$$\delta_{\text{мин}} = 0,94 - 0,08 \text{ Н} \quad \dots \dots \dots (2)$$

3. *Годовой график плотности воздуха* определяет величину потерь на корону. График этот достаточно полог. Отклонения среднемесячной плотности от среднегодовой не превышают 6—7%. Минимум плотности падает на июль—август, максимум на январь. Средняя квадратичная величина из среднемесячных значений плотности воздуха приблизительно равна средней многолетней плотности воздуха, что позволяет для подсчетов годовых потерь на корону пользоваться средней плотностью воздуха. Ошибки, получающиеся от этого упрощения, меньше, чем колебания плотности воздуха, связанные с рельефом местности.

Грозовая характеристика

Грозовой сезон длится с февраля по ноябрь. На отдельных метеостанциях зарегистрированы также январские и декабрьские грозы, что вынуждает заключить о непрерывности грозовой деятельности. Пик грозовой деятельности падает на май—июль.

Число грозовых дней в районе достаточно велико, однако, оно

не может быть использовано для оценки необходимых защитных мероприятий. Так, 1939 год был наиболее грозовым за весь период наблюдений. На ряде метстанций отмечено 97, 99 и даже 116 гроз ($R+T$), в том числе до 54 близких гроз в году. Несмотря на это, аварийность большинства сетевых объектов была невелика; в том числе на одной линии высокого напряжения, на участке с неподвешенным троссом, находящемся в непосредственной близости к одному из сильнейших грозовых очагов, не было ни одной грозовой аварии.

Это подтверждает ранее высказанное нами положение ¹ о двоякой природе горных гроз: фронтальные грозы, дающие большое количество сильных разрядов на землю, приводят к серьезным авариям; местные же грозы дают мало разрядов на землю, разряды эти слабые и не представляют угрозы для линий.

На этом основании необходимо дифференцировать грозовую статистику. Линии, проходящие в непосредственной близости от очагов местных гроз и защищенные горами от гроз фронтальных, можно считать находящимися в негрозовой местности, хотя статистика и давала бы 40—50 гроз в год. Напротив, линии, расположенные в тех долинах, вдоль которых зарегистрировано систематическое движение фронтальных гроз, должны приравниваться к равнинным линиям, для которых, как мы знаем, 25—30 гроз в году уже представляют большую цифру.

В отношении амплитуд токов молнии наше качественное изучение полностью согласуется с результатами измерений ТНИСГЭИ, положенными в основу резолюции совещания по высокогорным системам. ²

Гололедная характеристика

Гололед в классическом виде представляет в горных районах крайне редкое явление, повторяющееся раз в 15—20 лет при ничтожной интенсивности.

Значительные твердые отложения наблюдаются на высоких отметках на открытых местах. Опыт эксплуатации линий связи и высокого напряжения Армении показывает, что мы имеем дело с типичным горным гололедом, более близким физически к изморози высокой интенсивности (толщина 10—20 см). Поражаемые участки незначительны по длине и сильно связаны с микрорельефом. Анализ гололедных аварий показывает, что совершенно неправильны строительные меры борьбы с горным гололедом, т. е. приравнивание высокогорных трасс по расчетным условиям ко II, III и т. д. „гололедным районам“. Это дает сильное утяжеление линии по всей длине.

¹ Севанзанга, 1939—1940 г. Том X, стр. 58.

² Известия АрмФАН, 1941 г., № 2.

но на поражаемых участках нагрузки все же превосходят расчетные условия и приводят к авариям.

Более действительны топографические меры борьбы с гололедом, т. е. выбор трассы с обходом поражаемых участков. Отдельные пролеты, неизбежно попадающие в зону горного гололеда, должны рассчитываться на наблюдаемую его величину. Остальная линия может проектироваться по нормам для негололедного района.

В том случае, если имеющиеся наблюдения недостаточны, участки, подозреваемые в развитии гололедных процессов, должны проходить преимущественно по закрытым местам и, по возможности, без спецпролетов. Строительное утяжеление линии в этих условиях может быть допущено лишь при наличии обоснованных прогнозов, расчетной нормой должен явиться гололед, наблюдавшийся в аналогичных топогеографических условиях.

Ветровая характеристика

Число дней с сильным ветром по отдельным точкам рассматриваемого района достаточно велико, также отмечено значительное количество ветровых аварий. Это указывает на то, что фактические скорости ветра превосходят рекомендуемые нормами.

На данном этапе изучения для районов, не обеспеченных материалами ветровых наблюдений, может быть рекомендована достаточно осторожная формула для расчетной скорости ветра:

$$V = 35 \sin \varphi, \quad (3)$$

где V — расчетная скорость ветра в метрах в секунду, а φ — угол между линией и направлением господствующего сильного ветра. Эта формула основывается на двух, достаточно надежных положениях:

1. Наиболее сильными ветрами являются горнодолинные, максимум скорости которых приходится на наиболее жаркие и наиболее холодные дни и часы. Соответственно направление ветра меняется на 180° , т. е. сохраняет угол относительно линии.

2. Все данные говорят за то, что скорость ветра при грозе не превосходит 35 м/сек .

Опоры линии могут рассчитываться на ветер, не превосходящий 35 м/сек , с учетом его направления. Начатые работы по изучению максимальной скорости ветра еще не дали результатов. Есть основания надеяться, что величина 35 м/сек может быть снижена. Следует подчеркнуть, что горнодолинные ветры носят в значительной мере ровный, непорывистый характер в отличие от шквальных ветров, связанных с грозами и др. фронтальными явлениями.

Максимальная температура воздуха

Несмотря на южное положение описываемого района, а также континентальный климат, расчетная температура благодаря высоким

отметкам не должна быть очень большой. Предварительная формула для выбора расчетной температуры для участков линий, не имеющих прямых наблюдений, может быть принята:

$$t_{\max} = (50 - 9H)^{\circ}\text{C}, \quad \dots \quad (4)$$

где H — высота в километрах над уровнем моря, а $t_{\max}$ — абсолютный многолетний максимум воздуха. В формуле (4) заключен известный запас, учитывающий кратковременность работы некоторых метеостанций. Дальнейшие наблюдения и анализ, надо полагать, могут привести к некоторому снижению расчетных максимальных температур.

Прочие метеорологические факторы

Исходя из сказанного выше, нас должна интересовать только высота грозового облака при фронтальной грозе, повидимому, представляющая нечто определенное. Грозовые облака местного происхождения наблюдаются на самых разнообразных высотах, но, как сказано выше, прямого интереса не представляют.

Относительная редкость фронтальных гроз затрудняет измерение высоты облаков, почему последнее еще не удалось организовать.

Ветровой и температурный режим при гололеде также еще не изучен ввиду редкости гололедов и отдаленности поражаемых участков от населенных пунктов.

В ы в о д ы

Первый год работы над естественными условиями трасс высокогорных линий позволяет подвести первые итоги и рекомендовать первые приближения в области расчетных метеорологических условий. Как видно из сказанного выше, отклонения от равнинных условий в основном направлены в сторону облегчения. Это крайне важно, учитывая транспортные трудности при строительстве горных линий.

Увеличение расчетной скорости ветра также в большинстве случаев не приведет к утяжелению линий, т. к. последние обычно проходят вдоль ущелий и сильные ветры будут направлены вдоль линии. Подчеркнем, что имеющие место ветровые аварии в основном связаны с недоучетом продольного ветра. Действительно тяжелые участки, поражаемые горным гололедом, составляют ничтожную долю общей протяженности сетей (менее 0,5 %). Для них расчетные условия должны быть еще разработаны дополнительно.

Использование предлагаемых условий позволит удешевить горные линии не менее чем на 30—40 %, что имеет большое значение при строительстве и восстановительных работах в особый период. Уточнение данных по ветру и температуре в дальнейшем ходе работы обещает дополнительное облегчение.

Полученные результаты могут быть использованы не только для линий электропередачи и связи, но и для некоторых других сооружений, например, громоотводов.

Армянский филиал Академии наук СССР
Водно-энергетический сектор

Մ. Մ. Լեբեդեվ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԲԱՐՁՐԱԼԵՌՆԱՅԻՆ ԷԼԵԿՏՐՈՆԱԴՆՈՐԴԻՄԱՆ ԵՎ ԿԱՊԻ

ԳԾԵՐԻ ՏՐԱՍՍԱՆԵՐԻ ԲՆԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ

ԱՌԱՋԻՆ ՄԱՍ

Հիմնական օդերևութաբանական բնութագրեր

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Լեռնային տրասսաների օդերևութաբանական պայմանների առաջին տարվա ուսումնասիրության արդյունքը ցույց տվեց հետևյալը.

1. Գտնված են ջերմաստիճանի և օդի խտության փոփոխման օրենքները.

2. Ամպրոպի և սառցապատման հաշվարկման պայմանները լեռնային տրասսաներում կարելի է թեթևացնել նորմաների հանդեպ.

3. Քամու հաշվարկային արագությունը պիտի ավելացնել նորմաների հանդեպ:

Աշխատանքի արդյունքների օգտագործումը կտա լեռնային գծերի էժեռացում 30—40 %-ով:

М. М. Лебедев

The natural conditions of the high-mountain transmission and
sound lines of Armenia.

I-st part

The principal meteorological characteristics

Summary

The first year of studying of meteorological conditions of the high-mountain trasses gave us the following results.

1. The laws of calculation of the air density and temperature at the different hights are fixed.

2. The lightning and ice conditions of high-mountain trasses may be decreased in comparision with usual norms.

3. The rated velocity of the wind must be increased over the norms.

The cost of high-mountain lines is possible to lower about 30—40% by using the results of our works.