УДК 621.315.175

**ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ТОЛЩИНЫ СТЕНКИ ГОЛОЛЕДА НА ПРОВОДАХ ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПРИ НАЛИЧИИ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК**

Минкин Ахметгарей Султанович

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

cntnur\_mn[@mail.](mailto:fevyb@mail.ru)ru

Исследуются изменения механического напряжения в проводах высоковольтных линий электропередачи в зависимости от толщины стенки гололеда при наличии ветровых нагрузок. Рассчитаны максимально допустимые значения толщины стенки гололедных отложений на проводах при различных значениях скорости ветра.

Ключевые слова: Механическое напряжение, высоковольтные линии электропередачи, гололед, скорость ветра

**PERMISSIBLE VALUES OF ICE WALL THICKNESS ON THE WIRES OF A HIGH-VOLTAGE POWER LINE IN THE PRESENCE OF WIND LOADS**

Minkin Akhmetgarey Sultanovich

Changes in mechanical stress in the wires of high-voltage power lines depending on the thickness of the ice wall in the presence of wind loads are investigated. The maximum permissible values of the wall thickness of icy deposits on wires at different values of wind speed are calculated.

Keywords: Mechanical voltage, high-voltage power lines, ice, wind speed

Повреждения на воздушных линиях электропередачи из-за образования гололедных отложений на проводах являются серьезными и трудно устранимыми, они приводят к большим потерям для поставщиков и потребителей электроэнергии. Мониторинг состояния линий электропередачи с учетом погодных условий позволяет своевременно предотвращать такие аварии [1-5].

В [5] был проведен анализ допустимых значений толщины стенки гололеда на проводах высоковольтных линий электропередачи без учета ветровых нагрузок. Наличие же ветра оказывает дополнительную нагрузку на провода [6].

В данной работе проведены расчеты механических напряжений на проводах в зависимости от толщины стенки гололедных отложений для высоковольтных линий электропередачи при различных значениях скорости ветра.

Решением уравнения состояния провода[1,6], найдены значения механического напряжения провода от толщины стенки гололеда при различных скоростях ветра, а также определена зависимость механического напряжения провода от скорости ветра при различных значениях толщины стенки гололеда (см. рисунок).



Зависимость механического напряжения провода от скорости ветра для различных значений толщины стенки гололеда

На рисунке показаны кривые изменения механического напряжения провода от скорости ветра при различных значениях толщины стенки гололеда для линии электропередачи напряжением 110 кВ с длиной пролета 220м, маркой провода АС–120/19, для которой максимальное механическое напряжение σмах=30,43даН/мм2. Из рисунка видно, что заметное влияние ветра при всех значениях толщины стенки гололеда на проводах начинается при скоростях ветра более 5 м/с. Увеличение перпендикулярной к ВЛ составляющей скорости ветра на 5 м/с при одних и тех же толщинах стенки гололеда на проводах рассматриваемой ВЛ, увеличивает механическое напряжение в проводе примерно на 3 – 4 даН/мм2.

Для рассматриваемой ВЛ электропередачи, максимальное механическое напряжение возникает, когда толщины стенки гололеда находятся в интервале от 20,60 до 30,44 мм в зависимости от скорости ветра от v=0 м/с до v=20 м/с соответственно. Допустимое напряжение для провода АС–120/19 при наибольшей нагрузке и низшей температуре составляет 45% от предела прочности при растяжении [7], поэтому допустимые толщины стенки гололеда при этом интервале скоростей ветра составляют 9,3 – 13,7 мм.

Для своевременного предотвращения повреждений линий электропередачи от гололедных отложений на проводах, необходима непрерывная достоверная информация не только о толщине стенки гололеда, но и о скорости ветра, поскольку ветровая нагрузка создает дополнительное механическое напряжение на них.

**Источники**

1. Минуллин Р.Г. Обнаружение гололедных образований на линиях электропередачи локационным зондированием/ Р.Г. Минуллин, Д.Ф. Губаев.–Казань: КГЭУ, 2010.–207с.

2. Минуллин Р.Г. Определение места повреждения локационным методом на линиях электропередачи с ответвлениями/ Р.Г.Минуллин, Ю.В. Писковацкий, В.А. Касимов, Р.Г. Мустафин, Ю.В. Виноградов// Вестник Казанского государственного энергетического университета.–2021. –Т. 13, № 3 (51).–С. 69-80.

3. Kasimov V.A. Dstortion of location pulses in high-frequency paths of overhead power lines/ V.A. Kasimov// Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики.–2019.–Т. 21, № 3– С. 146-159.

4. Минуллин Р.Г. Локационный мониторинг гололеда и повреждений на линиях электропередачи м/ Р.Г. Минуллин.–Казань: КГЭУ, 2022.–439с.

5. Минуллин, Р.Г. Анализ допустимых значений толщины стенки гололеда на проводах высоковольтных линий электропередачи/ Р.Г. Минуллин, А.С. Минкин, Э.Ю. Абдуллазянов, В.А. Касимов// Кибернетика энергетических систем: Сборник материалов ХL научного семинара по тематике «Электроснабжение» (25-26 сентября 2018 г., Новочеркасск). – Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2018. – С. 160-163.

6. Климатические факторы и расчетные нагрузки, действующие на элементы линий электропередач [Электронный ресурс] URL <http://scbist.com/scb/uploaded/kontaktnaya-set/3.htm>

7. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). – 7-е издание.-М.: ЭНАС. 2005.