

ЭНЕРГЕТИКАЭНЕРГЕТИКАENERGETICS*Рырсадиев А.С., Кубанычбекова М.К., Быймырзаев Т.С.***0.4-10 кВ ЧЫҢАЛУУДАГЫ АБА ЗЫМДАРЫНЫН  
ТУРУКТУУЛУГУ ЖӨНҮНДӨ***Рырсадиев А.С., Кубанычбекова М.К., Быймырзаев Т.С.***О НАДЕЖНОСТИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ  
НАПРЯЖЕНИЕМ 0.4-10 кВ***A.S. Ryrzaliev, M.K. Kubanychbekova, T.S. Byimyrzaev***ABOUT RELIABILITY OF AIR TRANSMISSION LINES  
VOLTAGE 0.4-10 KV**

УДК: 621.315.17

Бул макалада электр өткөрүүчү аба зымдардын бузулуусу жана туруктуулугу каралган. Муз жана шамал зым карагайга көрсөткөн бузулууларын изилдөөнүн жыйынтыктары көрсөтүлгөн. Контакттык кыскачтардын негизги бузулуулары туура эмес монтаждоодон жана туура эмес кыскачтарды колдонуудан келип чыгат. Ошондой эле жогорку чыңалуудагы токтор. Зымдарды жана арматураларды техникалык тейлоо мезгил мезгили менен текшерүүдөн жана оңдоодон турат. Авариялык учурларда жана бузулууларда пландуу эмес ремонттоо иштери жүргүзүлөт. Жогорку чыңалуудагы линияларда зымдардын жана арматуралардын абалын текшерүү кыдырып текшерүү жана кароо учурларында жүргүзүлөт. Жогорку чыңалуудагы электр линиясын кароо жана текшерүү учурунда арматура жана зымдардын абалын текшерүү керек. Жогорку чыңалуудагы электр линиясы 35 кВ 6 жылдан кийин тандалма зымдын жана тросттун абалын, кысылуусун кароо керек. Керектүү учурда линиялык чыңалуунун тең-салмактуулугун текшерүү иштери жүргүзүлөт.

**Негизги сөздөр:** туруктуулук, электр өткөрүүчү зымдар, изолятор, бузулуу, электр энергиясы, чыңалуу, электр тогу.

В статье рассмотрены повреждения и надежность воздушных линий электропередач. Даются результаты анализа повреждений опор учитывая сверхрасчетные, гололедно-ветровые нагрузки. Основной причиной повреждений контактных зажимов является их неправильный монтаж, применение нестандартных

зажимов способов соединений и большие токовые нагрузки. Техническое обслуживание проводов и арматуры заключается в периодических проверках их состояния и ремонтах. Внеплановые ремонты осуществляются при повреждениях и выявлении проверками аварийных очагов. Проверка состояния проводов и арматуры осуществляется во время обходов и осмотрах ВЛ. Кроме того, на ВЛ 35 кВ и выше через 6 лет проводятся верховые осмотры с выборочной проверкой состояния проводов и тросов в зажимах со сплошным измерением сопротивления болтовых зажимов. Верховые осмотры ВЛ 0,4-10 кВ производятся по мере необходимости. При необходимости организуются измерения габаритов и регулировка провеса проводов.

**Ключевые слова:** надежность, линии электропередач, изолятор, повреждение, электроэнергетика, напряжение, нагрузка, электрический ток.

The article deals with damage and reliability of overhead power lines. The results of the analysis of damage to the supports are given taking into account the over-calculated ice-wind loads. The main cause of damage to the contact clips is their improper installation, the use of non-standard clips of connection methods and high current loads. Maintenance of wires and fittings consists in periodic checks of their condition and repairs. Unplanned repairs are carried out in case of damage and detection of emergency outbreaks. Check the condition of the wires and fittings is carried out during bypasses and inspections VL. In addition, on VLI 35 kV and higher, after 6 years, high-end inspections are carried out with a selective check of the condition of the wires and cables in the clamps with conti-

*nuous measurements of the resistance of the bolt clamps. Upper inspections BJI 0.4-10 kV are made as needed. If necessary, measurements of dimensions and adjustment of the sag of wires will be organized.*

**Key words:** *reliability, power lines, insulator, damage, electric power, voltage, load, electric current.*

В связи с резким ростом электрических нагрузок и определенного ухудшения качества эксплуатации распределительных сетей Кыргызстана за последние 8-9 лет наблюдается значительное снижение надежности воздушных линий напряжением 0,4-10 кВ, особенно сельских районов. Воздушные линии и установленные на них электротехнические оборудования в значительной мере определяют надежность электроснабжения и составляют около 80% аварийных и плановых отключений электропотребителей. Оценки удельной повреждаемости ВЛ 0,4-10 кВ, учитывающие также и стихийные явления, приведены в таблице 1.

Примерно через 8-10 лет сверхрасчетные, гололедно-ветровые нагрузки увеличивают повреждаемость опор в 4-5 раз и проводов в 4-3 раза. Причины и количество повреждений воздушных линий обусловлены случайным характером внешних нагрузок, качеством и возрастом элементов воздушных линий, а также имеющимися в предприятиях трудовыми и материальными ресурсами.

Механические повреждения воздушных линий приводят к обрывам или пережогам проводов и происходят при наездах транспорта на электроопоры, пересечении или касании проводов частями сельскохозяйственных машин, набросах на провода, падений на провода подгнивших деревьев и перекрытиях с проводов на

деревьях при ветрах, ливневых дождях и после сильных снегопадов. На воздушных линиях 6 кВ и 35 кВ эти причины дают 20% и на линиях 0,4 кВ -80% повреждений. Предупреждение механических повреждений проводов осуществляется организационными и техническими мероприятиями по охране линии электропередачи, включая надзор и расчистку трасс древесно-кустарниковой растительности. Повреждение проводов при пробоях или перекрытиях изоляторов характерны для воздушных линий 6 кВ и 35 кВ на железобетонных опорах, когда проволоки оплавляются и пережигаются от протекания емкостных токов или токов короткого замыкания при одновременном повреждении изоляторов в двух разных местах.

Провода и арматура являются наиболее повреждаемыми элементами ВЛ (табл. 1), причем надежность проводов определяется как их начальной механической прочностью, так и наличием местных нарушений целостности провода. Допускаемые механические напряжения в проводах регулируются величиной стрелы провеса провода в пролетах. Пропеты проводов сечением 50 мм и более, меньше критических, поэтому наибольшее напряжение в них возникают при гололедно-ветровых нагрузках. Для проводов меньших сечений, величины пролеты близки к критическим, и наибольшие напряжения в них могут иметь место, как при наибольших нагрузках, так и при низших температурах воздуха. Перетяжки провода при монтаже, когда стрелы провеса меньше проектных, приводят к обрывам проводов, которые в ряде случаев сопровождаются поломками опор.

Таблица 1

Причины повреждения	Случаев в год на 100 км ВЛ							
	0,4 кВ на деревянных опорах				6-10 кВ на железобетонных опорах			
	Пров. и арматуры	Изоляторы	Опоры	Всего	Пров. и арматуры	Изоляторы	Опоры	Всего
Перегрузка при механических воздействиях ветра и гололеда.	7	0,2	2	15,1	6,0	0,5	0,6	12,6
Механическое повреждения людьми, механизмами, птицами, деревьями: схлестывание и обрывы проводов, стихийные явления	60	1,0	10,	73	2,0	2,8	0,1	64,3
Атмосферные перенапряжения.	1,0	0,2	-	3,2	1,0	1,5	0,1	2,3
Перегрузки по току, нарушения контактов.	40	-		80	0,5	-	-	12,3
Старение, вибрация, загрязнения.	-	-	2,0	4	1,0	0,2	-	2,8
Дефект конструкции, изготовления, монтажа и другие причины.	2,0	0,2	1,0	10,3	5,0	1,8	0,2	9,0
<b>ВСЕГО:</b>	<b>110</b>	<b>1,6</b>	<b>16</b>	<b>185,6</b>	<b>15,5</b>	<b>6,8</b>	<b>1,0</b>	<b>103,3</b>

Монтажные кривые, которые дают проектную зависимость между величиной стрелы провеса и температурой провода, не учитывают вытяжку новых проводов. Поэтому при замене проводов стрелы провеса для обеспечения требуемых габаритов, могут быть уменьшены при монтаже алюминиевых и сталеалюминиевых проводов на 10% и стальных проводов на 5% [7].

Натяжение проводов со стрелами провеса, отличающимся более 10% (разрегулировка проводов), приводит к схлестыванию проводов при их раскачивании ветром, динамических условиях от протекания токов к.з., при сбросе с провода гололеда и изморози. Схлестывания проводов, как правило, сопровождаются успешной работой АПВ. Однако при многократных АПВ, когда время работы защиты более 1 с, провода оплавляются и пережигаются их жилы, что приводит к местным ослаблениям механической прочности проводов. Другие характерные дефекты проводов и арматуры, которые наиболее ярко проявляются на проводах марки «А» сечений 25 и 35 мм<sup>2</sup>, возникают по следующим причинам. Смятие и истирание верхних повивов жил при раскатке проводов по земле с неподвижных барабанов и натяжка проводов по крюкам во время монтажа. Раскатка и натяжка алюминиевых и сталеалюминиевых проводов

должна вестись только по роликам при тщательном наблюдении за отсутствием дефектов. Для наблюдения за качеством и сохранностью провода во время монтажа выделяется специальный электромонтер. Он должен находиться у барабана или вертушки, с которых сматывается провод [7].

Пережимы жил вязкие и истирание жил при плясках приводов, а также усталостные повреждения от вибраций в местах вязок и ошибок проектирования. Пляски проводов, особенно малых сечений, возникают при скоростях ветра от 5 до 20 м/с и односторонних отложениях гололеда. Направление ветра при пляске обычно наблюдается от 30 до 90° к оси линии.

На ВЦ 10-35 кВ наиболее часто и длительно наблюдается колебания проводов с одной или двумя полуволнами в пролете. Интенсивность пляски меняется в зависимости от скорости и направления ветра и может продолжаться до двух недель. При плясках проводов разрушаются в ослабленных местах провода, опоры или их траверсы, выпадают и ломаются крюки (штыри) и с них срываются изоляторы. Снижение числа повреждений ВЛ на штыревых изоляторах при плясках проводов достигается повышением прочности вязок и крепления изоляторов на штырях в подверженных пляске зонах прохождения ВЛ.

Усталостные повреждения проводов в местах вязок в основном наблюдаются на проводах, изготовленных по ГОСТ 839 – 59 с малым числом проволок, из-за местных изгибов на расстоянии до 100 мм от места вязки. В пролетах 10 м и более, что было характерно для ВЛ 0,4-10 кВ на железобетонных опорах провода разрушались в местах вязок за 1-5 лет. Применение армирующих подмоток в местах вязок или специальных зажимов, установка дополнительных промежуточных опор для сокращения пролетов до 50-60 м и применение АС-50 позволяют исключить усталостные повреждения проводов.

Болтовые зажимы, особенно алюминиевые, с течением времени увеличивают переходное сопротивление, что приводит к перегреву, ослаблению прочности и повреждению соединения. Периодические подтяжки болтов алюминиевых зажимов в лучшем случае лишь временно улучшают контакт. Подавляющее большинство нарушений в сетях 0.4 кВ связано с повреждением болтовых соединений и скруток.

Техническое обслуживание проводов и арматуры заключается в периодических проверках их состояния и ремонтах. Непланные ремонты осуществляются при повреждениях и выявлении проверками аварийных очагов. Проверка состояния проводов и арматуры осуществляется во время обходов и осмотрах ВЛ. Кроме того, на ВЛ 35 кВ и выше через 6 лет проводятся верховые осмотры с выборочной проверкой состояния проводов и тросов в зажимах со сплошным измерением сопротивления болтовых зажимов. Верховые осмотры ВЛ 0,4-10 кВ производятся по мере необходимости. При необходимости организуется измерение габаритов и регулировка провеса проводов.

Осмотры с земли при помощи шести или восьмикратного бинокля позволяют выявить вспучены, «баранки», обрывы проволок, сильные оплавления на нижней и боковых поверхностях проводов и арматуры, а также дефектные контактные зажимы (потемнения, трещины и др.). В пасмурную погоду блики от солнца не мешают осматривать провода, поэтому мелкие дефекты оплавления видны лучше. В конце, грозового сезона перед наступлением сезона го-

лоледно-ветровых нагрузок осмотры проводов должны проводиться особенно тщательно. В эти периоды следует выявить и устранить максимум местных ослаблений прочности проводов. Внеочередные осмотры могут организовываться после автоматических отключений и однополюсных замыканий на ВЛ, а также после стихийных явлений и пожаров, которые могут нарушить состояние элементов ВЛ. Внеочередные послеаварийные осмотры не заменяют плановых. Во время осмотров выявляются отклонения фактических величин от проектных стрел провеса и расстояний проводов до пересекаемых и находящихся в охранный зоне ВЛ объектов. Эти отклонения могут возникать из-за ослабления креплений проводов к изоляторам, вытяжки проводов, наклона опор. На ВЛ могут появляться новые пересечения и сооружения. В зависимости от причин, вызвавших разрегулировку проводов, регулирование стрел провеса осуществляется путем вставки или вырезки участка проводов, перетяжки проводов в анкерном пролете, выправки опор.

#### Литература:

1. Федосепо Р.Я., Мельников А.Я. Эксплуатационная надежность электросетей сельскохозяйственного назначения.
2. Пястолов А.А., Мешков А.А., Вахрамеев А.Л. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования. - М., 1981.
3. Баринов В.А., Совалов С.А. Режимы энергосистем: методы анализа и управления. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 440 с.
4. Садыков М.А. Потенциал развития малой гидроэнергетики в Кыргызской Республике. / Республиканский научно-теоретический журнал «Известия вузов Кыргызстана» №6. - Бишкек, 2016. - С. 16-19.
5. Садыков М.А., Кубанычбекова М., Жумаев Р.Д. Перспективы использования ВИЭ в системе электроснабжения. / Республиканский научно-теоретический журнал «Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана», №8. - Бишкек, 2018. - С. 109-112.
6. Сергеев А.М. Повышение экономичности и надежности электротехнических комплексов горных предприятий: дис. канд. тех. наук. Санкт-Петербургский технический университет, Санкт-Петербург, 1999.

Рецензент: к.ф.-м.н., доцент Барпиев Б.Б.