СИГРЭ. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КОМИТЕТ B2 «ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ»

АВТОР:

ШКАПЦОВ В.А.,
К.Т.Н.
ГРУППА КОМПАНИЙ
«ОПТЭН»

В августе 2012 г. в Париже прошла 44-я сессия Международного совета по большим электроэнергетическим системам CIGRE (Conseil International des Grands Réseaux Electriques). В рамках сессии проводятся технические, административные и пленарные заседания всех входящих в эту конференцию исследовательских комитетов (ИК) и рабочих групп (РГ). В предыдущих номерах мы рассказали о деятельности трех исследовательских комитетов: A2 «Трансформаторы», B4 «Оборудование электропередач постоянного тока высокого напряжения и мощной силовой электроники» и C6 «Системы распределения электроэнергии и распределенная генерация». В настоящем номере мы публикуем статью представителя Российского национального комитета СИГРЭ в ИК B2 к.т.н. Шкапцова В.А.

Сессия СИГРЭ – крупнейшее международное мероприятие, посвященное вопросам электроэнергетики

ОБЗОР ДОКЛАДОВ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА 44-Й СЕССИИ ПО ТЕМАТИКЕ ИК B2

На 44-й сессии СИГРЭ по тематике ИК B2 было представлено 26 докладов (девять по первой предпочтительной теме, 13 – по второй и четыре – по третьей).

ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНАЯ ТЕМА 1: ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Предпочтительная тема 1 состояла из четырех направлений:

- оптимизация существующих коридоров линий, включая применение проводов, произведенных по новым технологиям;
- преобразование линий переменного тока в линии постоянного тока;
- мониторинг состояния линий электропередачи, переход к режимам динамического рейтинга;
- совместное использование коридоров линий с другими заинтересованными субъектами.

Дискуссионное заседание открыл председатель ИК B2 Константин Папаилиоу, который представил информацию о современном состоянии комитета и об основных направлениях его деятельности, дал характеристику административной и технической стратегии, а также указал цели и задачи комитета на ближайшую перспективу. Давая характеристику тому кругу проблем, который охватывает первая предпочтительная тема, он отметил, что процесс согласования разрешительных документов для проектирования и строительства новых линий становится все более сложным и продолжительным. Рост информированности широких масс об экологическом влиянии ВЛ только усложняет этот процесс. В результате предприятия электрических сетей вынуждены прилагать значительные усилия в поисках новых технологий и материалов, применение которых может способствовать более эффективному использованию коридоров существующих линий. Там же, где новые линии проектируются и сооружаются, принимаются особые меры, направленные на улучшение баланса между ценовыми показателями и параметрами надежности этих объектов.

Известно несколько различных подходов к решению проблемы повышения эффективности использования существующих линий. Среди них такие, как перевод ВЛ на повышенное напряжение, применение высокотемпературных проводов с малыми стрелами провеса, применение систем мониторинга, работающих в режиме реального времени.

Далее дискуссией по предпочтительной теме 1 руководил Я. Дойл (Ирландия).

Доклад ***B2–101*** (Канада) посвящен вопросам проектирования ВЛ ±500 кВ постоянного тока и дает полное представление о технико-экономических решениях, которые были положены в основу принимаемых решений при проектировании этого протяженного и стратегически важного объекта. Авторы доклада приводят доводы в пользу размещения этой линии протяженностью 1380 км в провинции Манитоба на существенном удалении от других, уже существующих биполярных линий. Эти доводы основаны на результатах проведенных исследований по обеспечению надежности и безопасности при эксплуатации рассматриваемого

ИНФОРМАЦИЯ

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КОМИТЕТ ИК B2

Область деятельности ИК B2 «Воздушные линии» включает вопросы проектирования, сооружения и эксплуатации воздушных линий (ВЛ) электропередачи высокого напряжения (35 кВ и выше).

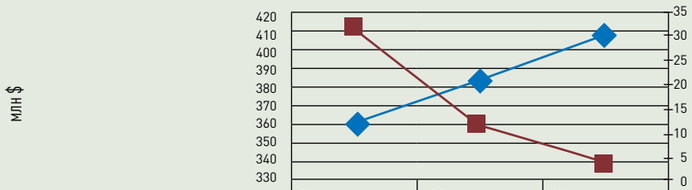
Членами ИК B2 являются представители 38 стран:

Австралия и Новая Зеландия - 1,
Азия - 6,
Америка Северная - 2,
Америка Южная - 3,
Африка - 3,
Европа - 20,
Ближний Восток - 3.

Текущая деятельность комитета осуществляется в рамках активности рабочих групп (РГ), которых в настоящее время в ИК B2 насчитывается 25.

Период деятельности каждой РГ составляет от трех до четырех лет и завершается обзорной публикацией в журнале ЭЛЕКТРА или выпуском развернутой технической брошюры - итогового материала, обобщающего доступные материалы, характеризующие уровень знаний в данной предметной области. Цель комитета - содействие прогрессу и международному обмену технической информацией, знаниями в области ВЛ.

ЗАТРАТЫ НА СООРУЖЕНИЕ ВЛ И ЛИКВИДАЦИЮ АВАРИЙНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ*



	50	150	500
Капитальные затраты	359	383	408
Имеющиеся в настоящее время данные о расходах на восстановление	32	11	3

* Количественная оценка затрат на сооружение ВЛ (по вертикали слева), в млн $, и ожидаемые затраты на ликвидацию аварийных последствий (по вертикали справа) для различных вариантов принимаемых в расчет периодов повторяемости экстремальных ветровых и гололедных нагрузок (по горизонтали внизу)

Рис. 1

сетевого комплекса, включающего две уже существующие биполярные линии и третью – проектируемую. При проектировании третьей биполярной линии приняты в расчет ветровые и гололедные нагрузки. Данные технико-экономического сравнения стоимости строительства объекта в сопоставлении с ожидаемыми затратами на ликвидацию аварийных последствий приведены для различных периодов повторяемости экстремальных внешних воздействий на рис. 1. Авторы считают вполне обоснованным выбор периода повторяемости экстремальных ветровых и гололедных нагрузок 150 лет. При этом достигается оптимальный баланс между первичными капитальными затратами и ожидаемой стоимостью восстановления после серьезной аварии, вызванной превышением внешних воздействий над расчетными значениями.

В дискуссии по докладу обсуждалась обоснованность принятого канадцами решения о необходимости проектирования новой линии на существенном удалении от двух ранее построенных.

Доклад ***B2–102*** (Норвегия и Швеция). Авторы данного международного доклада рассматривают результаты лабораторных исследований влияния загрязнений и гололедных отложений на изоляторах существующих линий 300 кВ. Исследование предпринято в связи с необходимостью увеличения пропускной способности подобных линий, которое может быть достигнуто посредством перевода существующих ВЛ на повышенное напряжение 420 кВ. Исследования и лабораторные испытания показали, что уровни реальных загрязнений и гололедных нагрузок выше принимавшихся в расчет при проектировании существующей системы ВЛ 300 кВ. Для решения проблемы предлагается замена существующих изоляторов на композитные, что позволит обеспечить приемлемую стойкость линейной изоляции рассматриваемых линий после перевода их на повышенное напряжение.

В дискуссии по докладу обсуждались проблемы мониторинга загрязнений изоляторов ВЛ. Участники дискуссии пришли к выводу, что сетевые предприятия, планирующие перевод существующих ВЛ на повышенное напряжение, должны предусматривать проведение мероприятий по оценке и уточнению данных об уровнях загрязняющих воздействий.

Доклад ***B2–103*** (Австрия). Авторы рассматривают различные альтернативы повышения пропускной способности линий 220 кВ, проходящих по территории Тирольских Альп. В числе рассматриваемых упомянуты варианты перевода ВЛ на повышенное напряжение, замены существующих проводов на провода большего сечения и применения высокотемпературного провода. Предпочтение в решении проблемы повышения пропускной способности линии протяженностью 85 км со сроком службы 50 лет было отдано замене провода на высокотемпературный компактный провод марки ZTACIR 341/109 с проводящими проволоками из сплава алюминия с цирконием и сердечником из инвара (сплава стали с никелем), который отличается высокой прочностью, коррозионной стойкостью и малым коэффициентом температурного удлинения. Для того чтобы обеспечить требуемые стрелы провеса провода в ряде критических пролетов ВЛ, была выполнена процедура престрессинга провода, которая состоит в том, что тяжение доводится до уровня 55% от предела прочности провода на разрыв и выдерживается на этом уровне в течение 20 мин (рис. 2). В результате применения этой процедуры провод упрочняется и при последующих механических перегрузках, вызываемых интенсивным ветром и гололедом, не происходит удлинения провода и, соответственно, уменьшения его габарита до земли.

В дискуссии по докладу обсуждалась целесообразность и эффективность применения процедуры престрессинга провода для уменьшения

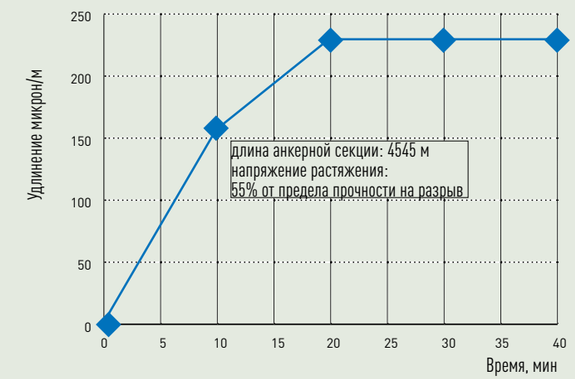
вытяжки в процессе последующей эксплуатации. Высказывались опасения, что процедура перегрузки провода в процессе престрессинга может отрицательно влиять на состояние опор ВЛ, срок службы которой составляет 50 лет.

Доклад ***B2–104*** (Ирландия). В докладе группы авторов из Ирландии рассматривается опыт применения высокотемпературного провода G (Z) TACSR на ВЛ 110 и 220 кВ с целью повышения пропускной способности существующей сети. Конструкция провода с зазором показана на рис. 3. Он состоит из семипроволочного сердечника (оцинкованная сталь) и двух повивов проводящих проволок из сплава алюминия с цирконием, один из которых выполнен из профилированных проволок и формирует арочную структуру, обеспечивающую наличие зазора между сердечником и проводящими повивами. Зазор заполнен тексатропной смазкой, усиливающей способность сердечника перемещаться в зазоре в продольном направлении. Благодаря этому всю нагрузку растяжения провода воспринимает только сердечник, а проволоки проводящих повивов не воспринимают механические нагрузки. Поскольку монтаж проводов с зазором производитель рекомендует выполнять в анкерных секциях относительно малой протяженности, при установке проводов в существующих анкерных пролетах значительной длины монтировались временные промежуточные опоры.

В дискуссии по докладу был отмечен положительный опыт применения проводов с зазором, накопленный как в Японии, где они были разработаны и производятся, так и в ряде других стран Европы и Азии.

Доклад ***B2–105*** (Нидерланды). Тематика доклада, представленного группой специалистов по прикладной климатологии из Нидерландов,

ДИАГРАММА НАГРУЖЕНИЯ ПРОВОДА*



*до уровня 55% от предела прочности на разрыв

Рис. 2

и обсуждавшегося вслед за ним доклада B2–106, подготовленного специалистами из Германии, имеет прямое отношение к проблемам максимального использования пропускной способности существующих линий электропередачи в режиме динамического рейтинга, т. е. посредством выбора режима работы линий электропередачи, в частности тока нагрузки, в зависимости от метеорологических условий, определяемых как в реальном времени, так и посредством использования данных метеорологического прогнозирования.

В Нидерландах достигнут достаточно высокий уровень надежности прогнозирования температуры воздуха, скорости и направления ветра на период до двух суток. В соответствии с применяемой методикой метеомоделирования скорость ветра оценивается для каждого пролета ВЛ. Для оценки пропускной способности линии в целом за основу принимается ситуация в том из пролетов, где направление и скорость ветра наименее благоприятны для охлаждения проводов. Применяемая в настоящее время модель для исследования состояния ВЛ включает, наряду с компонентами метеорологического моделирования, расчетную модель поведения проводов ВЛ и элементы выбора расчетным путем максимально допустимых токовых нагрузок. Для внедрения разработанной модели в практику эксплуатации ВЛ она 18 месяцев проходила тестирование в режиме пилотного проекта.

Полученные на основе применения данного метода моделирования расчетные значения допустимой пропускной способности (в % от номинального значения) приведены на рис. 4. Очевидно, что при скоростях поперечного ветра 5–6 м/с пропускная способность линии может быть увеличена на 40–50%. Тестирование модели динамического рейтинга ВЛ, основанной на использовании метеорологических данных, получаемых в режиме реального времени, а также дополняемых данными прогноза на одни-двое суток, подтвердило высокий уровень надежности решений, основанных на подобном подходе. Такой способ

КОНСТРУКЦИЯ ПРОВОДА*

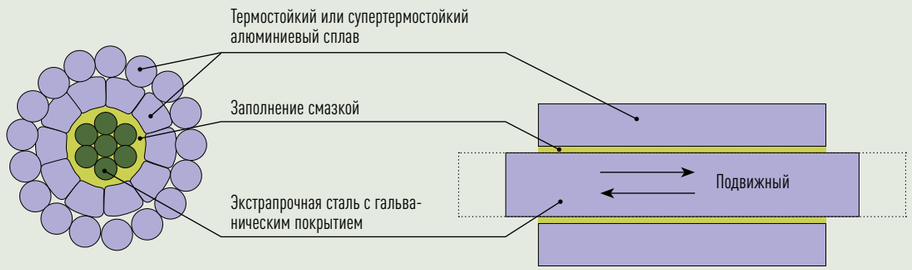


Рис. 3

* Провод с зазором между сердечником и термостойкими профилированными проволокнами из алюминиевого сплава

повышения пропускной способности линий, в котором метеорологический прогноз эффективно дополняется данными анализа рельефа местности, оказывающего существенное влияние на скорость и направление ветра на локальных и особенно «критических» участках трасс, принят сетевой компанией в качестве действующего инструмента организации эксплуатации сети линий 110 и 220 кВ.

Доклад ***B2–106***. Как уже было отмечено, авторы доклада B2–106 также посвятили его проблематике повышения пропускной способности ВЛ с использованием технологии динамического рейтинга. Для обоснования перспективности подобной технологии был проведен значительный по объему и важности полученных результатов цикл испытаний на ВЛ 380 кВ. Температура проводов расщепленной фазы 4хАС 240/40 определялась с применением трех различных методов:

- посредством прямого измерения двумя датчиками, установленными на разных фазах, высота крепления которых отличается на 3 м;
- расчетным путем – по известной методике СИГРЭ, с использованием метеорологических параметров, полученных от метеостанции, установленной на опоре ВЛ;
- расчетным путем с использованием доступных данных государственных метеорологических служб.

Данные метеостанции, расположенной на уровне крепления проводов на опоре, позволили рассчитать температуру провода, отличающуюся от данных прямых измерений не более чем на 5 К. Использование данных официальных метеослужб дает большую погрешность при определении температуры провода из-за недостаточной точности в оценках скоростей и направлений ветра. Продолжительные наблюдения за состоянием ВЛ в различных метеорологических условиях (рис. 5) подтвердили эффективность применения технологии динамического рейтинга, позволяющего в зависимости от режимных и внешних условий поддерживать токовые нагрузки на уровне 3150 А (плотность тока i = 2,8 А/мм^2), снижая их в худших условиях до 2580 А и повышая в наиболее благоприятных – до 4000 А (i = 3,6 А/мм^2).

B2–107 (США, Канада). В докладе рассматриваются варианты перевода двух параллельно расположенных ВЛ переменного тока напряжением 287 кВ на постоянный ток. Расчетные оценки и прогнозы, приведенные в докладе, показывают, что ожидаемый эффект от реализации подобного проекта состоит в повышении пропускной способности реконструированной системы из двух линий в 1,3 раза.

Доклад ***B2–109*** (Южная Корея) посвящен исследованию интенсивности электрического и магнитного полей гибридной системы, которая по проекту должна включать линию постоянного тока ±80 кВ и размещаемые над ней цепи ВЛ 154 кВ переменного тока. Моделируются различные варианты формирования гибридной линии 154/80 кВ переменного и постоянного тока. Расчетные значения интенсивности электромагнитных воздействий на уровне земли предполагается проверить, организовав прямые измерения с помощью мобильных систем контроля экологических влияний.

Доклад ***B2–108*** (США, Испания и Канада) посвящен проблемам экспериментальной и теоретической

оценки градиентов температуры проводов интенсивно нагруженных линий в радиальном и продольном направлениях. Утверждается, что разница температур в центре и на поверхности провода может составлять от 10 °С до 30 °С. Однако при этом рассматриваются плотности тока 2,5–3 А/мм^2 для проводов сечением от 800 до 1330 мм^2, что соответствует токовым нагрузкам 2–4 кА. Подобные токовые нагрузки в течение продолжительного времени маловероятны, поэтому рассмотрение подобных режимов нагрева проводов не очень актуально, что и было отмечено в дискуссии по данному докладу.

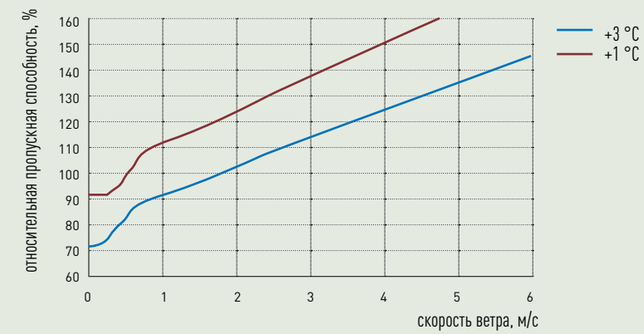
ВТОРАЯ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНАЯ ТЕМА: СОСТОЯНИЕ ВЛ И СПОСОБЫ ИХ ОЦЕНКИ

Вторая предпочтительная тема привлекла наибольшее число представленных докладов и состоит из следующих подразделов:

- использование эксплуатационных данных для управления состоянием ВЛ;
- средства и методы диагностики, применяемые для оценки надежности и остаточного срока службы элементов ВЛ;
- динамические и сейсмические процессы, влияние экстремальных метеорологических условий.

Доклад ***B2–202*** (Норвегия, Великобритания и Канада), представленный группой специалистов по прикладной климатологии, посвящен обсуждению современных методов метеорологического прогнозирования, которые могут быть использованы при проектировании линий электропередачи в малоизученных районах, где метеонаблюдения регулярно не проводятся. Предлагаемый способ метеорологического

МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМАЯ ПЕРЕДАВАЕМАЯ МОЩНОСТЬ



*Оценка мощности в зависимости от температуры воздуха от +3 °С до +1 °С и скорости ветра

Рис. 4

моделирования основан на использовании данных сети регулярных метеостанций, радаров и метеорологических спутников. Этот способ прошел практическую проверку при выполнении реальных проектов для малоизученных районов Норвегии, а также для оценки величин ветровых и гололедных воздействий в Альпах на высотах от 400 до 800 м.

Доклад ***B2–203*** (Россия) подготовлен и представлен специалистами из НИИПТ и описывает опыт применения управляемых выпрямительных систем для организации плавки гололеда и предотвращения тяжелых аварий в разных регионах РФ. Система предупреждения гололедных аварий включает, помимо датчиков гололедных нагрузок, устройства автоматического управления, установленные на подстанциях. Особое внимание в докладе уделено вопросам плавки гололеда на оптических кабелях, встроенных в грозотрос (ОКГТ), для организации которой широкое применение нашли микроконтроллеры величины тока плавки. Для применения плавки гололеда на ОКГТ большое значение имеет также внедрение системы распределенного контроля температуры кабеля (СРКТ), разработанной специалистами ГК «ОПТЭН». Применение этой системы особенно важно при плавке гололеда на протяженных участках ОКГТ, температура которого при плавке не должна превышать 80 °С, а размеры и плотность гололедных отложений на разных участках трассы могут изменяться в широком диапазоне. В дискуссии по докладу обсуждались вопросы согласования организации плавки на токоведущих проводах с интересами потребителей электроэнергии, отключаемых на период проведения плавки гололеда.

Доклад ***B2–204***. В докладе рассматриваются применяемые в Италии методы контроля состояния проводов и опор ВЛ в условиях налипания мокрого снега. Разработана система прогнозирования на 72 ч налипания мокрого снега. Точность прогноза контролируется лазерными и ультразвуковыми устройствами измерения интенсивности процесса налипания снега. Данные прогноза и контроля используются диспетчерскими службами для предотвращения аварийных отключений ВЛ. Кроме того, разработаны и проходят прак-

СРЕДНЕГОДОВАЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ТОКОВЫХ НАГРУЗОК

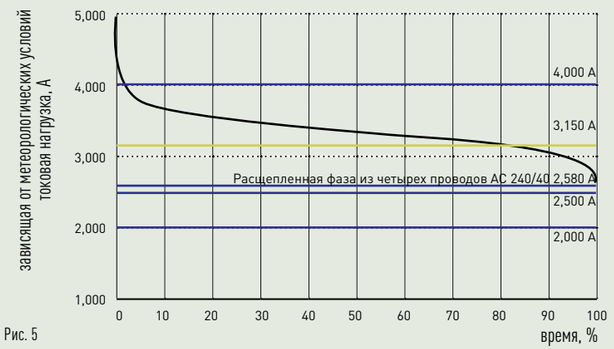


Рис. 5

тическую проверку механические устройства (противовесы), установка которых на провода увеличивает их крутильную жесткость, способствуя ограничению налипания мокрого снега. Наблюдения, проводившиеся в зимний период 2010–2011 гг., подтвердили эффективность противовесов в качестве средства ограничения налипания мокрого снега. В дискуссии по докладу обсуждался вопрос о поведении противовесов в условиях вибрации проводов. Отмечено, что применение спиральных протекторов в значительной мере снижает опасность повреждения провода в месте установки противовеса при вибрации. В дискуссии отмечен положительный опыт применения подобных противовесов для уменьшения размеров формирующейся на проводе снежной муфты, накопленный в РФ и в сетевых предприятиях Японии.

В докладе ***B2–205*** (Израиль) рассматриваются проблемы перекрытий загрязненных изоляторов и влияния различных факторов, повышающих риск возникновения перекрытий. Рассматривается система мониторинга, позволяющая регистрировать электромагнитные импульсы, генерируемые частичными разрядами в зазорах между элементами гирлянд изоляторов. Беспроводные системы мониторинга интенсивности частичных разрядов представляются авторами доклада как более эффективные по сравнению с ранее применявшимися системами контроля состояния загрязненных изоляторов, базировавшимися на регистрации токов утечки и интенсивности коронных разрядов на поверхности изоляторов. Даны оценки снижения риска аварийных отключений ВЛ в результате своевременного выполнения мероприятий по очистке загрязненных изоляторов ВЛ 160 и 400 кВ.

Доклад ***B2–206*** представляет результаты проведенных в Новой Зеландии испытаний двух опор и фундаментов, доведенных до их разрушения, предназначенных для реконструкции двухцепной ВЛ 110 кВ, срок службы которой составлял на момент испытаний 45 лет. Как показали испытания, уровень разрушающих нагрузок составил 120% от расчетного для опоры и 145% от расчетного уровня разрушающих нагрузок для фундамента (подножника) с ростверком.

В докладе ***B2–211*** (США) также представлены результаты исследования причин разрушения опор нескольких линий различных классов напряжения (230, 345 и 500 кВ), последовавшего вследствие экстремальных ветровых и гололедных воздействий. В результате проведенных исследований предложен новый метод оценки надежности опор, основанный на данных анализа качества их сооружения и детального учета тех топографических особенностей местности, которые способствуют локальному увеличению риска разрушения опор. Применение предлагаемого авторами доклада метода позволяет выделить те опоры ВЛ, повреждение которых при экстремальных воздействиях является наиболее вероятным.

Доклад ***B2–207*** (Австрия) включает данные климатологических исследований, предпринятых с целью построения пространственной модели распределения нисходящих воздушных потоков, достигающих экстремально высоких скоростей 208–274 км/ч. Подобные нисходящие потоки (рис. 6), сопровождающие интенсивные циклоны, возникают достаточно редко и действуют в пределах относительно небольших территорий, но способны вызывать разрушительные воздействия (обрыв проводов, разрушение опор ВЛ и различных строений, падение деревьев и др.). В рамках проекта, направленного на изучение подобных процессов, разработана компьютерная модель, которая позволяет прогнозировать опасные последствия как нисходящих потоков, так и иных аэродинамических явлений, возникающих под влиянием рельефа местности, на динамику воздушных потоков.

В дискуссии по докладу были высказаны соображения о необходимости

дальнейшей проверки достоверности предложенной модели.

Доклад ***B2–208*** (Бельгия) посвящен вопросам управления техническим состоянием электрических сетей, состоящих из воздушных и кабельных линий напряжением от 30 кВ до 380 кВ, осуществляемого национальным системным оператором. Срок службы воздушных линий уже достаточно велик, поскольку начало сетевого строительства относится к 1920 г., а пик строительных объемов – к периоду 60-х и 70-х гг. прошлого столетия. Для принятия решения об очередности обновления элементов сетевой инфраструктуры необходимо получить точное представление о техническом состоянии различных компонентов сетевого хозяйства. Для каждой ВЛ компания формирует карточку оценки технического состояния элементов, куда заносятся данные, полученные при обходах и проведении инструментального контроля.

Анализ данных обходов, осмотров, инструментального контроля, а также накопленной компанией базы данных о технологических нарушениях и повреждениях различных элементов ВЛ осуществляется с применением специально разработанных программных продуктов, в результате чего формируются матрицы риска возникновения отказов различных объектов, принимаемые во внимание при решении вопросов о приоритетности ремонтов и реконструкции объектов сетевой инфраструктуры.

Доклад ***B2–209*** (Украина) описывает проблемы, связанные с необходимостью уточнения гололедно-ветровых нагрузок в приморской зоне полуострова Крым, где в зимний период 2009–2010 гг. произошло каскадное разрушение 14 стальных решетчатых промежуточных опор ВЛ 330 кВ на участке общей протяженностью 9 км. В процессе пляски расщепленной фазы из двух проводов произошел разрыв U-образного болта крепления гирлянды изоляторов к траверсе анкерно-угловой опоры, что послужило толчком к развитию каскадного разрушения девяти опор анкерного пролета. Для предотвращения тяжелых последствий гололедно-ветровых аварий ВЛ в южной части Украины принято решение о создании нескольких дополнительных метеорологических станций, что позволит сформировать пространственно-распределенную модель гололедных и ветровых нагрузок, особенно актуальную для районов Перекопского и Чонгарского перешейков.

В дискуссии по докладу среди специалистов по прикладной климатологии обсуждался вопрос о том, насколько близко к опасным зонам должны быть расположены метеорологические станции, чтобы получить достоверные данные об экстремальных гололедных и ветровых нагрузках.

Доклад ***B2–210***. В нем представлены результаты исследований, выполненных китайскими специалистами с целью классификации различных видов пляски проводов и формирования карты частоты повторяемости и интенсивности пляски. Территория страны на этой карте разделена на четыре зоны (0, I, II, III). При проектировании линий электропередачи рекомендуется не планировать нового строительства в зонах наиболее часто повторяющейся и интенсивной пляски II и III. В тех же случаях, когда строительство новых линий в указанных зонах неизбежно, рекомендуется предусматривать при проектировании ВЛ уменьшенные длины промежуточных пролетов и малые стрелы провеса проводов.

Доклад ***B2–212*** (Бельгия). Авторы рассматривают результаты исследований, выполненных в процессе

ИНФОРМАЦИЯ

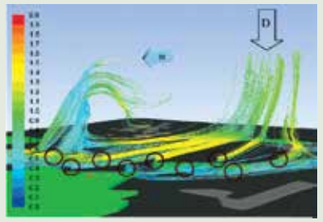
СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЬ ИК B2

Стратегической целью комитета является содействие прогрессу в сфере международного обмена технической информацией и знаниями в области воздушных линий электропередачи.

В числе направлений анализа и обобщения современного передового опыта наиболее актуальными являются следующие:

- повышение эффективности использования существующих линий;
- эксплуатация ВЛ на грани их термического предела;
- методы реконструкции и реновации ВЛ в целом и отдельных элементов линий;
- применение наиболее совершенных методов и технологий обследования линий;
- обеспечение более высокой надежности и эксплуатационной готовности ВЛ;
- технология выбора и обоснования целесообразности использования трасс новых ВЛ;
- методы обслуживания линий под напряжением;
- анализ экологического влияния ВЛ и методов снижения его негативных последствий.

МОДЕЛЬ НИСХОДЯЩЕГО ПОТОКА*



*Со скоростью 208 км/ч и крайне высоким уровнем турбулентности

Рис. 6

проектирования большого воздушного перехода двухцепной ВЛ 500 кВ через р. Тромбетас. Конструкция перехода К-П-П-П-К общей протяженностью 5100 м предусматривает установку трех промежуточных опор, две из которых имеют высоту 190 м и одна – 160 м. Исследовано воздействие на переходные опоры динамических нагрузок, которые могут возникнуть в случае обрыва одного или нескольких проводов, а также нагрузки от действия характерных для данного региона тропических штормов. В дискуссии по докладу внимание специалистов было привлечено к тому, что принятые авторами доклада в расчет составляющие динамических нагрузок при обрыве провода в полтора раза превышают продольную составляющую нагрузки на опору в статике, в то время как в известных из мировой практики расчетах подобных объектов динамическая составляющая нагрузок принималась в два раза выше соответствующих статических воздействий.

Доклад ***B2–213*** (Япония) посвящен проблеме снижения срока службы АС-проводов в результате интенсивной коррозии, обусловленной высоким содержанием солей в воздушных потоках, воздействующих на ВЛ, проходящие в непосредственной близости от побережья Японского моря. Обсуждается вероятностный метод оценки остаточного срока службы проводов, подверженных коррозионным процессам различной интенсивности. На базе анализа ускоренных лабораторных испытаний и изучения 1,5 тыс. взятых на приморских линиях образцов проводов составлена карта интенсивности влияния коррозионных процессов в зависимости от топографических особенностей местности, направления ветров и влияния экологических факторов.

Доклад ***B2–214*** (Швейцария, Германия, Швеция, Италия) посвящен проблеме выявления дефектов композитных изоляторов. Применение композитных изоляторов, имеющих ряд преимуществ перед стеклянными и фарфоровыми (меньшая стоимость, простота установки, стойкость к загрязнениям), связано с проблемами выявления развивающихся дефектов до момента возникновения технологического нарушения, вызванного повреждением изолятора. В докладе рассматриваются современное состояние данной проблемы, перспективные способы оценки состояния изоляторов, применяемые как в лабораторных, так и в полевых условиях. Приводятся примеры эффективного применения таких методов, как исследование состояния изоляторов в инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах излучения, а также другие методы, применение которых возможно на действующих линиях без снятия напряжения.

ТРЕТЬЯ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНАЯ ТЕМА: ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ВЛ

Третья предпочтительная тема сформулирована следующим образом – обслуживание и реконструкция ВЛ:

- работы на действующих линиях без снятия напряжения, использование роботов и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА);
- использование информационных систем, применяемые методы обслуживания, эффективность различных подходов и стратегий обслуживания;
- примеры проведенных реконструкций ВЛ.

Эксплуатационная готовность линий электропередачи, как отметил в своем вступительном слове организатор этой части дискуссионного заседания П. Пензерини (Италия), зависит не только от надежности их механических составляющих и электрического оборудования, но также и от их ремонтопригодности. Продолжительность периодов неготовности ВЛ к работе может быть минимизирована не только благодаря мерам по снижению вероятности технологических нарушений и аварий, принятым при проектировании и строительстве линий, но и посредством выполнения таких эксплуатационных и реконструктивных процедур, которые позволят исключить наличие слабых мест в структуре ВЛ, своевременно выявить и предотвратить процессы деградации и, в конечном счете, свести к минимуму продолжительность периодов ремонта и восстановления элементов сетевого хозяйства после аварий. Так, в частности, выполнение работ на действующих ВЛ без снятия напряжения, использование роботов, БПЛА и других высокотехнологичных устройств существенным образом способствует достижению упомянутой выше цели, сокращению продолжительности периодов неготовности линий к работе.

Доклад ***B2–301*** (Южная Африка) посвящен изучению проблемы замены стеклянных изоляторов ВЛ ±533 кВ, введенной в эксплуатацию в 1974 г., композитными. Основной причиной частых отключений ВЛ является интенсивное загрязнение стеклянных изоляторов птичьим пометом. Применение композитных изоляторов, а также установка на опорах устройств, препятствующих посадке птиц, по мнению авторов доклада, позволят не только снизить количество аварийных отключений, но и существенно увеличить пропускную способность линии, повысив токи нагрузки в 1,8 раза. Кроме того, замена линейной изоляции позволит увеличить габариты проводов до земли и до элементов конструкции опор, что даст возможность перевести линию на повышенное напряжение ±600 кВ и также будет способствовать увеличению пропускной способности данной электропередачи.

Доклад ***B2–302*** (Южная Африка, Швеция). В нем описаны результаты реализации комплекса мероприятий по исследованию состояния стеклянных изоляторов ВЛ 400 кВ, подверженных интенсивным загрязнениям, и их замене стойками к загрязнениям композитными изоляторами из силиконовой резины. Загрязнение изоляторов ВЛ, находящихся вблизи Кейптауна, происходит в результате переноса продуктов горения кустарников в саванне, а также от воздействия проводящего солевого тумана, приносимого ветрами со стороны океана. При проведении мероприятий по замене изоляторов на действующей линии применялась технология выполнения работ без снятия напряжения ВЛ, что позволило избежать перерывов в электроснабжении потребителей в регионе с высокой плотностью населения и развитой промышленной инфраструктурой.

Доклад ***B2–303*** (Франция) представляет опыт применения БПЛА для обследования и оценки технического состояния стальных решетчатых опор ВЛ, находящихся в эксплуатации более 60 лет. На летательном аппарате установлена фотокамера высокого разрешения. С устройством работают два оператора, один из которых осуществляет дистанционное управление БПЛА, а другой контролирует работу камеры, выбирая наиболее важные объекты съемки. Применение такой технологии позволяет существенно повысить безопасность работ, обследовать фрагменты опор, недоступные для обзора с земли, документировать и хранить данные обследований. Для проведения работ с применением этой технологии не требуется отключений и перерывов в эксплуатации ВЛ. На основании анализа результатов обследований разрабатываются программы ремонта и восстановления работоспособности элементов конструкций, подверженных деградации, что позволяет продлить срок службы отдельных опор и ВЛ в целом.

Доклад ***B2–304*** (Индия) рассматривает драматическую ситуацию в сетевых предприятиях северной части страны, связанную со значительным увеличением числа аварийных отключений ВЛ 400 кВ переменного тока и линий 500 кВ постоянного тока из-за перекрытий гирлянд стеклянных изоляторов. Значительный рост промышленной активности и плотности населения региона привел к резкому ухудшению экологической обстановки и увеличению интенсивности загрязнений изоляторов выбросами металлургических, химических предприятий и выхлопными газами автомобилей. Все доступные меры, принимавшиеся для улучшения ситуации: очистка изоляторов с применением вертолетов, применение защитных силиконовых покрытий, увеличение числа изоляторов в гирляндах, – не дали заметного эффекта. Поэтому с 2008 г. проводится планомерная работа по замене стеклянных изоляторов композитными, которые обладают более высокой гидрофобностью и поэтому в меньшей степени подвержены перекрытиям в условиях интенсивных загрязнений. Всего на 48 ВЛ установлено 73 600 композитных изоляторов, что привело к снижению числа аварийных отключений более чем в 40 раз. Широкое применение композитных изоляторов планируется продолжить и в других районах Индии, где существуют подобные экологические проблемы.

В целом дискуссия, проведенная на пленарном заседании ИК B2 «Воздушные линии», продемонстрировала высокий интерес к происходящим в отрасли инновационным процессам и новым высокотехнологичным разработкам. ■

ИНФОРМАЦИЯ

ТЕМЫ АНАЛИЗА ИК B2

- Повышение эффективности существующих линий;
- эксплуатация ВЛ на грани их термического предела;
- методы реконструкции и реновации ВЛ;
- применение совершенных методов и технологий обследования линий;
- обеспечение надежности и эксплуатационной готовности ВЛ;
- технология выбора и обоснования целесообразности использования трасс новых ВЛ;
- методы обслуживания линий под напряжением;
- анализ экологического влияния ВЛ, методов снижения негативных последствий.