

Применение современных конструкций и материалов ВЛ в свете повышения эффективности и качества строительного производства

Руководитель УЭО ПС и ЛЭП
ОАО «ЦИУС ЕЭС»,
Кузьмин А.В.

1. В соответствии с Положением ОАО «Россети» о единой технической политике в электросетевом комплексе, основными направлениями технической политики при проектировании, строительстве и реконструкции ВЛ являются: обеспечение надёжности и эффективности, снижение стоимости строительства и эксплуатации, сокращение влияния ВЛ на экологию, а так же использование передовых, безопасных методов строительства, эксплуатации и ремонта. При этом более половины ВЛ 110 – 750 кВ находятся в эксплуатации более 25-ти лет, а более трети – более 40-ка лет. По этому, упомянутым «Положением...» как одна из основных ставится задача преодоления тенденции старения электрических сетей. Для решения этой задачи необходимо применение современных конструкций и материалов ВЛ, разработка новых технологий, повышение эффективности и качества строительного производства. Надёжность и эффективность электрической сети определяется совокупностью процессов, в которых строительство новых ВЛ и реконструкция существующих является одним из важнейших подпроцессов.
2. Надёжность и эффективность ВЛ во многом определяется качеством проектной проработки – правильным выбором технических решений, проработкой технологических вопросов, что обеспечивает минимизацию затрат на сооружение и эксплуатацию при заданном уровне надёжности ВЛ, сокращение сроков строительства. Прежде, чем перейти к обзору технологий, необходимо перечислить основные факторы, влияющие на эффективность и качество строительства и реконструкции:
 - правильность выбора трассы ВЛ (сопоставление альтернативных вариантов, где основными критериями выбора являются минимальная длина, сведения к минимуму пересечений с природными преградами и инженерными коммуникациями, вопросы землеотвода);
 - проработка вопросов землеотвода и землепользования с собственниками земельных участков (технологические и организационные решения вопросов проблемных собственников, использование имеющихся в собственности энергосетевых компаний земельных участков, проработка вопросов доставки конструкций и материалов на пикеты);
 - проектная проработка технологических вопросов строительства;
 - правильный выбор типа опор и фундаментов, соответствующий геологическим, топографическим, климатическим и другим существенным условиям местности, технологическим возможностям подрядных организаций.
3. Основные требования к конструкциям, материалам и технологиям, применительно к вопросам повышения эффективности строительства и реконструкции ВЛ, следующие: сокращение сроков строительства, применение новых материалов и конструкций, обеспечивающих минимизацию объёма земляных работ, затрат времени на сборку и установку опор и фундаментов, применение технологий, обеспечивающих безопасность выполнения работ, сокращение затрат времени на отключения для переустройства и пересечения инженерных сооружений, природных препятствий,

сведение к минимуму экологического ущерба, землеотвода, техническая эстетика и культура строительного производства. Ниже предлагается обзор современных конструкций, технологий и материалов, применяемых при строительстве и реконструкции ВЛ в свете их влияние на повышение эффективности и качества строительного производства и, как следствие повышение надёжности и эффективности ВЛ электропередачи.

4. Рассмотрим современные конструкции и материалы – их подтвердившиеся и декларируемые преимущества с точки зрения эффективности строительства и реконструкции ВЛ. Прежде всего стальные многогранные опоры (далее – СМО), объём применения которых в последние 5 лет вырос на порядок и достиг 30 – 40% общего объёма металлоконструкций ВЛ. Прежде всего следует отметить, что не все многогранные опоры одинаково эффективны – отмечены удачные и неудачные конструкции. Примером наиболее эффективных могут быть одностоечные промежуточные СМО 110 – 220 кВ, а так же двухстоечные промежуточные опоры с ветровыми связями 2МП500-1В (3В, 5В, 7В). Конструкция последних достаточно хорошо и всесторонне проработана – имеются приспособления для безопасного перемещения по траверсе и встроенный шарнир нижней секции. Это, а так же конструктивные особенности позволяют собирать и устанавливать до 4-х опор в день. Получить такой результат применяя решетчатые конструкции не возможно. Примером неудачных конструкций, от применения которых необходимо решительно и навсегда отказаться, являются анкерные СМО всех классов напряжений, а так же опоры серии ПМГ со стойками постоянного сечения и решетчатой траверсой. Категорически не рекомендуется применение многогранных опор при наличие скальных грунтов и в условиях заболоченной местности. Так же необходимо учитывать - применение многогранных опор 330 кВ и выше как правило приводит к увеличению стоимости строительства. При этом эффективность строительного производства возрастает – многогранные опоры дают минимум времени на сборку относительно стальных опор альтернативных конструкций. Однако, учитывая возрастание общих затрат, многогранные опоры на ВЛ 330 кВ и выше не следует рассматривать, как массовые, а следует рассматривать как инструмент для решения специальных задач (необходимость «вписаться» в существующий землеотвод, повышение устойчивости к расхищению, стеснённые условия, вопросы технической эстетики).
5. Несмотря на рост объёмов применения СМО, более половины общего количества применяемых стальных опор составляют и будут составлять в будущем опоры решетчатой конструкции. Подчёркиваю необходимость реализации мероприятия, обозначенного как приоритетное ещё на прошлогодней конференции - разработка новейшей унификации стальных решетчатых опор 110 – 500 кВ. И по сей день продолжается массовое применение конструкций, разработанных в прошлом веке, которые адаптируются под возросшие требования НТД уменьшением тяжёлых, сокращением пролётов и отдельными стихийными случаями проектной адаптации (замена отдельных элементов на более прочные). Новые конструкции стальных опор должны отличаться от старых унификаций не только соответствием требованиям действующих нормативных документов, но и не в последнюю очередь, учитывать технологические вопросы сборки, установки и транспортировки – т.е., эти опоры должны стать не только более надёжными и экономичными, но и более эффективными при строительстве и реконструкции. При разработке новой серии в приоритетном порядке должны быть продуманы технологические вопросы. Надеюсь,

что это всё таки будут не просто несколько видоизменённые, фрагментарно усиленные, разработки прошлых лет. Современные условия строительства и землепользования не оставляют места для применения массовых опор, сложных для транспортировки, требующих более 3-х дней на сборку и установку (кроме, разумеется, переходных и специальных опор). Необходимо учесть и вопросы защиты от расхищений металлоконструкций. Сейчас это, в основном, приварка гаек к стержню болтов, что хотя и эффективно но не технологично и не приветствуется надзорными органами. Считаю, что в рамках разработки новой унификации должен быть так же разработан эффективный антивандальный крепёж.

6. Отдельно необходимо сказать о центрифугированных железобетонных стойках. Положение ОАО «Россети» о единой технической политике в электросетевом комплексе до настоящего времени накладывает ограничения на применение центрифугированного железобетона. Согласно п. 2.4.3 опоры ВЛ 220 – 750 кВ должны быть стальными. Это ограничение действует с 2006-го года и было обосновано сравнительно низким, как утверждалось в отдельных обзорах и аналитических записках, сроком службы железобетонных опор – порядка 30-ти лет. Между тем, как срок службы стальных решетчатых опор принято оценивать в 50 лет, а СМО – в 70. Однако, такие оценки не имеют под собой никакой серьёзной основы – ни научной ни практической. При этом промежуточные опоры ВЛ 110 – 500 кВ на основе центрифугированных стоек и по сей день не имеют аналогов по эффективности. Разумеет, любые конструкции имеют свои слабые стороны. Проблемы применения линейного центрифугированного железобетона известны. Это, прежде всего, трудности транспортировки стоек, длиной более 20-ти метров, проблемы заделки в пробуренный котлован, что приводит к наклонам относительно вертикальной оси. Все эти и другие проблемы возможно преодолеть применением секционированных центрифугированных стоек нового поколения. Разработка этих стоек в рамках соответствующей целевой программы – одна из приоритетных задач.
7. Применение новых конструкций опор не даст полноценного эффекта без применения современных фундаментов. И если применительно к секционированным центрифугированным железобетонным стойкам вопрос решается достаточно просто и эффективно, то применение многогранных опор приводит к необходимости сложных фундаментных решений. Разумеется, здесь, прежде всего, необходимо учитывать результаты геологических изысканий. Наиболее распространённые фундаменты СМО – сваи оболочки. Наиболее эффективный и технологичный метод – вибропогружение. Как для свай-оболочек, так и для винтовых свай скальные грунты, а равно и включения валунов, являются существенным ограничением для применения. Винтовые сваи – эффективный способ сокращения объёма земляных работ и сокращения сроков сооружения фундаментов. При этом не следует пытаться применять винтовые сваи (и сваи оболочки) в скальных грунтах. Тем не менее, такие попытки имели место (ПС Кызыльская и ПС Чадан). Результат - существенное удорожание и увеличение сроков строительства. Винтовые сваи должны иметь полную заводскую готовность, внутреннее заполнение (лучше, если заводское – пенополиуретаном специального состава), заводскую маркировку, маркеры длины и эффективное, прочное к истиранию антикоррозийное покрытие.
8. В последнее время ведутся интенсивные исследования возможностей применения композитных материалов в электроэнергетике. Разработаны промежуточные композитные опоры 110, 220 и 330 кВ. Достигнут определённый технологический уровень, позволяющий получить композитные модульные стойки, устойчивые в

известной мере к механическим нагрузкам, низовому пожару и ультрафиолету. И всё же здесь сложно пока говорить о продукте, совершенно готовом к массовому применению. Прежде необходимо разработать специальные ТУ, общие технические требования, требования к допускам и отклонениям при приёмке. Необходимо продолжить исследования и разработки. Возможно, именно на основе композитных материалов удастся получить эффективные опоры для реконструкции и временного выноса ВЛ. На сегодняшний день для композитных опор на основе импортных стоек имеем, прежде всего, неудовлетворительные стоимостные показатели. Применительно к отечественным необходимо завершить исследования и определить нишу для применения. Вряд ли это будет массовая опора ВЛ 220 кВ и выше. По видимому это 6 – 35, возможно 110 кВ. Если удастся получить удовлетворительные стоимостные показатели.

9. Вопросы применения новых проводов и грозозащитных тросов неразрывно связаны с вопросами конструктивного исполнения опор. В настоящее время на внутреннем рынке представлены многочисленные конструкции новых проводов – компактных (с z-образными и трапецидальными внешними повивами), высокотемпературных, с композитным сердечником, специальной конструкции. Такие провода позволяют увеличить пропускную способность без увеличения нагрузки на опору, повысить механическую прочность и увеличить пролёты между опорами, снизить нагрузки на опоры, потери электроэнергии. Иногда (при правильном подборе характеристик) удаётся получить несколько эффектов одновременно (удачный пример - ВЛ 220 кВ Афи́пская – Кры́мская). Обобщая десятилетний опыт можно сказать, что задача повышения пропускной способности ВЛ 220 кВ в России стоит крайне редко. По крайней мере, до настоящего времени. Получить существенное снижение потерь, позволяющее компенсировать затраты на увеличение стоимости материалов, то же пока не получается. Пожалуй, единственная ниша применения новых проводов, заслуживающая пристального внимания, - экономия затрат на конструкциях опор и фундаментов, вследствие увеличения пролётов и на больших переходах. Здесь не все возможности использованы. До настоящего времени никак не учитывается уменьшение гололёдообразования и сопротивления ветру. Очевидно, что новые провода дают этот эффект, но для его учёта в проектной практике необходимо экспериментальное обоснование (задача заводов – изготовителей) и внесение изменений в НТД. Прежде всего – в ПУЭ.
10. Вопросы устройства просеки не смотря на кажущуюся простоту так же заслуживают пристального внимания. Несмотря на достаточно широкое распространение современных валочных комплексов и мульчеров, основными средствами производства по-прежнему продолжают оставаться топор и пила. Неэффективная, нетехнологичная работа по устройству просеки во многих случаях являлась одним из факторов, существенно препятствующих темпам и эффективности строительства (наиболее яркие примеры – ВЛ 750 кВ Калининская АЭС – Грибово и ВЛ 330 кВ Гатчинская – Лужская). Применение современных технологий, современной техники при устройстве просеки станет обязательным требованием закупочной документации и важным критерием выбора подрядной организации.
11. Всё же необходимо отметить, что в проектной практике последних лет достаточно подробно и глубоко прорабатываются вопросы выбора и обоснования современных конструкций и материалов ВЛ. Но при этом незаслуженно мало уделяется внимания технологическим вопросам. Как правило, соответствующие разделы проектной документации содержат ссылки на типовые технологические карты и требования

разработать и утвердить ППР перед началом работ. Между тем, совершенно необходимо на стадии проектирования детально прорабатывать не только вопросы конструктивного исполнения но и технологические вопросы. Возможно, разработки эффективных, новых технологий работы без снятия напряжения, пересечения без отключения и вывода из работы пересекаемых объектов, работы в стеснённых условиях, в условиях наведённого напряжения должны стать предметом НИОКР. Очевидно, что мы стоим на пороге массовой реконструкции ВЛ 110 – 750 кВ, построенных в 50-70-е года прошлого века. Учитывая нарастающие сложности землеотвода, всё сложнее и сложнее будет применить самую простую технологию реконструкции – строительство новой ВЛ по параллельной трассе, с последующим демонтажем старой. Совершенно необходимо уже сейчас начать разработку технологий реконструкции строительством новой ВЛ по трассе старой, в рамках существующего землеотвода, с минимальным временем на отключение действующей линии.

12. В заключении необходимо сказать несколько слов о порядке допуска новых конструкций и материалов ВЛ к применению. Действующий Порядок проведения аттестации оборудования, материалов и систем в электросетевом комплексе предусматривает необходимость аттестации конструкций и материалов ВЛ. В том числе – опор и фундаментов. Применительно к опорам и фундаментам новых конструкций на этот процесс накладывается разработка конструкторской, технологической, сметной документации. Механические испытания проводятся в процессе аттестации. Действительность диктует необходимость перехода к системе, при которой процесс разработки и допуска конструкций к применению и процесс аттестации будут разделены. В проекте следует, как правило, применять конструкции, прошедшие регламентированную процедуру допуска к применению в полном объёме (завершена разработка конструкторской документации, технологических карт, программы испытаний, механические испытания, утверждение документации КМ). Неприемлема ситуация, когда проектом предусмотрено применение конструкций, которые проработаны только в виде эскизов, и которые на стадии рабочей документации ещё только следует разработать и испытать. В современных условиях на это нет времени. Как правило, новые конструкции должны разрабатываться и допускаться к применению в рамках соответствующих целевых программ. В виде исключения – в процессе разработки ПСД. Но и в том, и в другом случае к моменту начала конкурсных процедур по выбору подрядной организации конструкторские разработки должны быть завершены, конструкторская и технологическая документация разработана в полном объёме, соответствующие конструкции допущены к применению. Конструкторская документация с момента утверждения переходит в собственность заказчика, который бесплатно передаёт её заводу, выбранному в качестве поставщика в рамках регламентированных конкурсных процедур.

ОАО «ЦИУС ЕЭС»

г. Москва,

Б. Николоворобинский пер., д.9.

Тел.: +7 (495) 710-60-60

www.cius-ees.ru