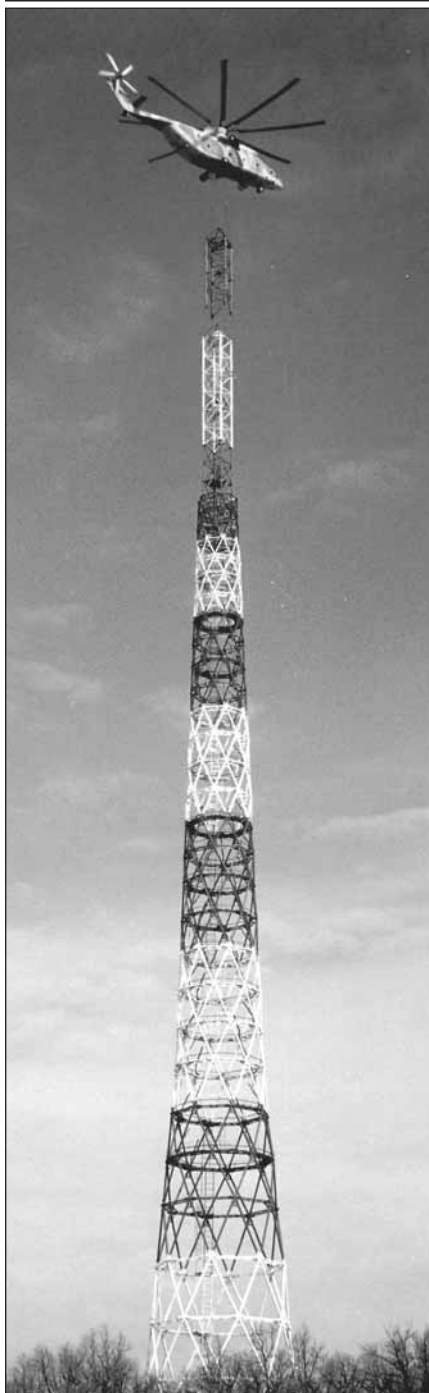


КАК ПОСТРОИТЬ АНТЕННУЮ ОПОРУ БЕЗ ПРОБЛЕМ И ЛИШНИХ КИЛОГРАММОВ...

Продолжение темы. Начало в №3(33) 2004 г.

Калашников А.В.
ОАО "Радиозавод БРИЗ"
тел.: (095) 782-75-06
www.briz.ru



Заказчик всегда в первую очередь думает о том, как при строительстве объекта связи минимизировать расходы. Экономить пытаются на всем: на стоимости электронного оборудования, строительных работ, металлоконструкций. Платить избыточные средства за антенную опору никто не желает.

В статье рассматриваются некоторые аспекты строительства антенных опор, позволяющие выявить механизмы уменьшения затрат на их возведение.

Один из главных принципов, который позволяет сэкономить средства, - это взвешенный подход к поставленной задаче на начальном этапе строительства. Только индивидуальное решение позволит создать наиболее оптимальную конструкцию, отвечающую всем техническим требованиям, предъявляемым заказчиком к сооружению. Есть и еще одна причина, по которой стоит внимательно относиться к начальному этапу. Дело в том, что многие заказчики, оформляя заказ впервые, по инерции подходят к проблеме строительства как к покупке любого другого связанного электронного оборудования, то есть пытаются подобрать что-нибудь "готовое", "стандартное" или "типовое". Однако с опорами связи, как и с любыми другими высотными сооружениями, дело обстоит совсем иначе: не бывает двух одинаковых антенных опор, даже если на первый взгляд они кажутся похожими, не бывает стандартных сооружений или типовых решений. Только в первом приближении бывают похожие конструкции. Даже если речь идет об опоре высотой 5 м, которую размещают на крыше здания: сооружение необходимо спроектировать и в соответствии с проектом изготовить и смонтировать.

Хочу заметить, что рассматривать каждый случай строительства как отдельную задачу нас обязывают не только экономические соображения, но и требования СНиП II-23-81 "Стальные конструкции", где указывается, что, помимо выполнения государственных стандартов на конструкции соответствующего типа, необходимо соблюдать требования Технических правил по экономному расходованию основных строительных мате-

риалов, выбирать оптимальные в технико-экономическом отношении схемы сооружений и сечения элементов, применять экономичные профили проката и эффективные марки стали.

Начну с общих вопросов, которые необходимо обсудить для того, чтобы создать требуемое сооружение. Ответы практически по каждому из этих вопросов и войдут в техническое задание на проектирование опоры.

Одним из самых важных факторов, который в наибольшей степени влияет на окончательный облик проектируемого сооружения, является взаимодействие его с окружающей средой. При проектировании антенной опоры действующие в нашей стране строительные нормы и правила обязывают учитывать следующие факторы или внешние воздействия (далее - нагрузки), которые являются своеобразными исходными данными для дальнейшей работы (проектирования, строительства): ветровые, снеговые, гололедные нагрузки, температурные климатические воздействия, особые нагрузки (сейсмические, взрывные, а также вызванные резкими нарушениями технологического процесса, временной неисправностью или поломкой оборудования). Более того, в расчетах обязательно учитывают нагрузки от перемещения, складирования, хранения, погрузки-разгрузки и монтажа опоры. **Особое внимание нужно уделять способу монтажа мачты или башни, поскольку при возведении сооружения могут возникнуть дополнительные напряжения и деформации, превышающие нормативные величины для стали данного класса прочности. Все это в обязательном порядке учитывают на стадии проектирования сооружения.**

Остановимся подробнее на каждом из пунктов.

Ветер является внешним воздействием, с которым приходится считаться в первую очередь. В отличие от многих других воздействий, которые можно спрогнозировать, ветровая нагрузка является процессом динамическим и поэтому крайне опасным.

Согласно СНиП 2.01.07 - 85 вся территория нашей страны по ветровому давлению разделена на 8 областей. Ветровое давление напрямую зависит от скорости ветра в регионе. Максимально возможное значение давления (за пятилетний период наблюдения) для определенного ветрового района отражено в соответствующей таблице СНиП, из которой следует, что разница значений ветрового давления для различных климатических зон довольно существенна.

Например, в первом ветровом районе (большая часть Европейской России, средняя часть Западной и Восточной Сибири) ветровое давление принято равным 23 кгс/м^2 (соответствует средней скорости ветра на уровне 10 м над землей 19 м/с), в третьем ветровом районе (Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре, Новосибирск) давление составляет уже 38 кгс/м^2 (соответствует скорости ветра 25 м/с), а, например, в шестом ветровом районе (Сахалин, Камчатка, Курильские острова) значение ветрового давления достигает уже 73 кгс/м^2 (соответствует скорости ветра 34 м/с).



Для большей наглядности обратимся к примеру. Известно, что весьма распространенная башня высотой 70 м с некоторым типовым набором антенн, спроектированная для строительства в четвертом ветровом районе, **более чем на треть тяжелее**, чем башня тех же габаритов и с тем же набором антенн, спроектированная для возведения в первом ветровом районе. Более того, давление, передаваемое таким сооружением на фундамент, в четвертом ветровом районе **в полтора раза больше**, чем в первом. Оба этих фактора, помимо увеличения веса самой металлоконструкции, приводят еще и к значительно утяжелению фундаментов. Основной вывод, который подтверждают эти цифры, очень прост: **переход к ветровому району с большей скоростью ветра приводит к увеличению сечения основных и второстепенных элементов самой металлоконструкции и, соответственно, общего веса сооружения или повышению класса прочности применяемой стали**. Все это влияет на конечную стоимость объекта строительства.

Снизить ветровую нагрузку, сократить при этом количество применяемого металла, можно уменьшив наветренную площадь сооружения. Для этого все элементы должны быть минимальны по габаритам и оптимальны по аэродинамическим характеристикам при условии, что одновременно выполняются требования по обеспечению прочности и технологичности конструкции.

При проектировании опоры учитывают и тип местности, в которой устанавливается сооружение. Учет типа местности, как и ветрового района, обязательно входит в техническое задание на проектирование.

Согласно СНиП 2.01.07 - 85 в РФ принято деление на следующие типы местности:

А - открытые побережья морей, озер и водохранилищ, пустыни, степи, лесостепи, тундра;

В - городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м;

С - городские районы с застройкой зданиями высотой более 25 м.

Вблизи поверхности земли шероховатость местности оказывает значительное влияние на скорость ветра, воздействующего на возводимое сооружение. При расчетах конструкций, возводимых на открытых пространствах (тип местности А), в приземном слое скорость ветра больше, нежели в районах с плотной городской застройкой.



Правильное назначение того или иного типа местности по описанию, данному в СНиП, также позволит избежать излишних затрат.

Кроме ветра, на работу сооружения в целом также оказывают влияние снеговые и гололедные нагрузки, температурные климатические воздействия и сейсмика. На определенном этапе проектирования конструкции обязательно проводится проверка на сейсмическое воздействие для тех районов, где эта проблема актуальна, а также в некоторых случаях - на гололедную нагрузку. Если воздействие сейсмики или гололеда значительно, приходится в конструкцию опоры вносить соответствующие изменения.

А вот воздействие снега применительно к высотным сооружениям существенно только при наличии навесов или каких-либо значительных горизонтальных поверхностей, на которых может образовываться снежный покров значительной толщины. Для большинства опор связи эта ситуация не характерна.

Особо следует отметить влияние температуры окружающей среды на конечный результат проектирования. Дело в том, что в северных районах страны с температурой ниже -40°C СНиП запрещено использовать те марки конструкционных сталей (например, широко распространенную ВСтЗсп), которые обычно используются при изготовлении металлических конструкций для более теплых районов. Это еще раз подтверждает то, что брать и напрямую использовать ту конструкцию, которая "есть на складе", без учета приведенных фактов - нельзя.

Общий вид сооружения зависит и от типа размещаемого на нем оборудования (или общего назначения опоры), а также от особенностей производства металлоконструкции. Последнее обстоятельство отмечу особо.

Для изготовления опоры квадратного сечения можно использовать стандартный уголкового профиля. При этом конструкция получается довольно простой и не требует применения

какого-либо сложного специального оборудования. Опору с четырьмя гранями можно построить, используя в качестве несущих элементов как трубы, так и уголкового проката. А вот изготовить стремительно набирающую популярность трехгранную опору из обычного сортового уголкового профиля - практически невозможно. В такой конструкции можно использовать только трубы или специально изготовленный уголкового профиля с углом раскрытия 60°. Использование в качестве основных несущих элементов (поясов) опоры такого уголкового профиля позволяет создавать конструкции, крайне удобные с точки зрения транспортировки и монтажа. Более того, формирование уголкового профиля из листа требуемой толщины и марки стали с заданными свойствами позволяет максимально оперативно реагировать на требования, предъявляемые к конструкции заказчиком. В частности, можно быстро переходить на специальные марки стали, разрешенные СНиП для применения в районах с низкой температурой. Более того, до высоты 100 м конструкции, изготовленные на основе такого профиля, получаются значительно легче, нежели аналогичные, изготовленные из других профилей, что в свою очередь отражается на объеме и конструкции фундамента для нее. В итоге при одинаковых нагрузках совокупные затраты на производство и строительство трехгранных конструкций, в среднем, на 30% меньше, чем четырехгранных.

Особого внимания также заслуживает размещаемое на антенной опоре оборудование. Тип устанавливаемых антенн и высота их расположения оказывают значительное влияние на поведение сооружения под



воздействием ветра. Здесь есть два аспекта, которые необходимо рассмотреть. Во-первых, любые антенны вне зависимости от типа и рабочего диапазона частот, обладая определенной наветренной площадью, оказывают сопротивление ветру. И чем больше эта площадь, тем большее воздействие ветер оказывает на конструкцию. Более того, увеличение количества и размеров антенн приводит к увеличению степени воздействия металлоконструкции в целом на фундамент. В связи с этим объем и сложность фундамента увеличиваются, а соответственно, растет его стоимость.

Второй аспект связан с использованием в составе систем связи антенн с узкими диаграммами направленности. В случае установки на башне или мачте зеркальных антенн при проектировании, помимо требований СНиП, ограничивающих линейные перемещения ствола опоры, необходимо учитывать требования СНиП по угловым деформациям. Это означает, что параболические антенны не должны отклоняться от заданного направления больше чем на определенное значение. Из этого следует, что попытка заложить на перспективу слишком большой (порой неоправданно) набор антенн, который, возможно, никогда не будет реализован, приведет к значительному перерасходу как металла в самой башне, так и железобетона в фундаменте.

При подготовке технического задания необходимо определить количество (если это предусмотрено), вид и месторасположение площадок для обслуживания технологического оборудования. На данную позицию не существует особых ограничений со стороны норм или правил, поэтому площадок запроектировать можно столько, сколько будет нужно заказчику.

В зависимости от высоты сооружения и места его установки может потребоваться выполнение светоотражение и дневную маркировку антенной опоры (в соответствии с требованиями РЭГА РФ-94).

Для защиты от прямых ударов молнии проектом должны быть предусмотрены конструкции молниезащиты и заземления. Варианты исполнения данного устройства могут быть различными.

Для подъема на антенную опору должны быть предусмотрены лестница и защитный кожух ограждения. Оба элемента должны выполняться строго в соответствии с действующими нормами. Эти разделы также необходимо отражать в техзадании на проектирование опоры.

Из вышеизложенного следует, что для того, чтобы добиться опти-



мального результата в смысле затрат, необходимо объединить усилия всех участвующих в строительстве объекта сторон: заказчика, проектировщика, завода-изготовителя и монтажной организации.

В заключение обращаем внимание на тот факт, что использовать высотные сооружения, изготовленные за рубежом или по проектам иностранных производителей, без проведения предварительного анализа конструкции и прочностного расчета по СНиП РФ не следует. Дело в том, что большинство сооружений, удовлетворяющих зарубежным техническим требованиям, совершенно не соответствуют отечественным СНиП. Связано это с тем, что в других странах нормы проектирования и строительства высотных сооружений отличаются от принятых в России, причем, как правило, с ухудшением надежности. В частности, некоторые элементы конструкций весьма известного финского производителя мачт и башен имеют значительно большую гибкость, нежели разрешено отечественными нормами, что может привести к аварии. Однако многие связисты и строители неоправданно часто приобретают такие конструкции и подвергают тем самым опасности как себя, так и окружающих. Поэтому **все зарубежные конструкции необходимо тщательно анализировать и адаптировать** к отечественным нормам и правилам.

В следующем номере журнала "ИНФОРМОСТ" мы расскажем об особенностях сооружения антенных опор в северных районах с низкими температурами окружающей среды и районах со сложными климатическими условиями.