

ОПОРЫ СВЯЗИ - ЭТО ПРОСТО, НО В РАЗУМНЫХ ПРЕДЕЛАХ...

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



В ночь с 5-го на 6-е июня 2001 г. в городе Ангарске Иркутской области упала мачта высотой 205 м. Помимо самой мачты, пострадали антенны и фидеры. Вещание радиостанции "Маяк" было прервано. Причиной аварии стало игнорирование предписания Госсвязьнадзора об аварийном состоянии упавшей конструкции, выданное еще в 1999 г. Несмотря на то что мачта прослужила верой и правдой более 50-ти лет, вывод из этой печальной истории однозначен: необходимо уделять максимум внимания всем без исключения элементам любой системы радиосвязи и, конечно, быстро реагировать на экспертные заключения специализированных организаций относительно состояния металлических и иных конструкций, на которых предполагается размещать технологическое оборудование.

Современная система радиосвязи - это совокупность технических средств, объединенных в комплекс, отвечающий определенным требованиям, которые формирует и предъявляет заказчик. Большинство специалистов, участвующих в процессе формирования технических заданий, проектирования, строительства и обслуживания систем радиосвязи, прекрасно разбираются в электронике, вычислительной технике и вспомогательном оборудовании, однако не каждый обладает достаточными знаниями об антенных опорах, на которых, как правило, приходится располагать антенны и иное оборудование.

Чтобы восполнить этот пробел, мы начинаем публикацию цикла статей, посвященных разнообразным высотным сооружениям, применяемым при строительстве систем связи.

Остановимся сначала на том, какие бывают опоры и в каких случаях используются те или иные конструкции.

Для размещения антенн наиболее часто используется три типа опор: металлические конструкции, железобетонные конструкции и такие сооружения, которые частично (нижняя часть) выполнены из железобетона, а частично (верхняя часть) - из металла. В этой статье мы рассмотрим только металлические сооружения, при этом пока не будем разбирать опоры, ствол которых сам по себе является излучающим элементом антенны.

По конструкции различают два вида опор: **башни**, то есть самонесущие конструкции (их еще называют "свободностоящие") и **мачты**, принципиально отличающиеся от башен наличием оттяжек.

В качестве материала для изготов-

ления башен и мачт используют различные марки сталей. Вопрос, связанный с применением алюминия в качестве материала для изготовления несущих конструкций высотных сооружений, мы рассмотрим ниже.

Итак, мачты и башни. Что строить? Каковы основные различия этих сооружений?

Практика показывает, что в большинстве случаев общие затраты на строительство башни значительно превышают затраты на возведение мачты. Очевидный недостаток антенных мачт - это большая площадь, занимаемая под строительство, поскольку места крепления оттяжек к земле располагают на расстоянии 0.6-0.8 от общей высоты сооружения. Так, для мачты высотой 60 м это значение составит 36-48 м. Более того, изготовление оттяжек для высоких мачт является отдельной и весьма непростой задачей, требующей специ-



ального оборудования и опыта. После установки оттяжек мачт любой высоты требуется обеспечить их предварительное натяжение в соответствии с данными, полученными при расчете, выполненном с учетом размещаемого на мачте оборудования, характеристик самих оттяжек, углов их наклона относительно ствола мачты, их количества и высот закрепления на стволе, климатологических условий и ряда других факторов. Только при соблюдении требуемых значений предварительного натяжения всех оттяжек конструкция в целом будет отвечать всем нормам и правильно работать.

Поскольку для мачты оттяжки являются особо важными элементами конструкции, то они требуют к себе повышенного внимания и, соответственно, периодического обслуживания.

Напротив, для установки башни не требуется много места. Размеры площадки под строительство башни аналогичной высоты, как правило, не превышают 9 x 9 м. Однако то, что мы видим над землей, это еще не вся башня. Ее большая часть расположена под землей в виде железобетонного фундамента. При этом вес фундамента в несколько раз превышает вес самой башни. В этом случае к затратам на возведение металлической конструкции башни добавятся еще и затраты на обустройство железобетонного фундамента (фундаментов).



При строительстве мачты тоже требуется изготавливать фундамент под ее основание и анкерные фундаменты для крепления оттяжек, однако затраты на их строительство ничтожны по сравнению с затратами на изготовление фундаментов башни.

Иногда требуется разместить большое количество антенн на значительном протяжении ствола опоры (такая ситуация характерна для теле- и радиовещательных станций), то есть необходимо сформировать сложную антенную систему с круговой диаграммой направленности. В этом случае выгоднее вместо башни использовать мачту, так как ее пояса параллельны на всем протяжении ствола, а разместить антенны на требуемом протяжении мачты не составляет особого труда. У башни же большой высоты прямая часть ствола всегда незначительна.

Есть еще одно обстоятельство, требующее особого внимания при выборе вида опоры. Дело в том, что антенные опоры, как и другие высотные сооружения, располагаются на открытом воздухе и подвержены всевозможным нагрузкам и воздействиям. К ним относятся масса постоянных частей несущих конструкций и фундаментов, а также размещаемого на опоре оборудования, воздействие ветра, обледенение, изменение температуры окружающей среды, осадки, инерционные нагрузки, нагрузки от массы обслуживающего персонала, инструментов и иного временного оборудования, нагрузки, возникающие в процессе транспортировки и возведении сооружения, сейсмические и взрывные воздействия, нагрузки, вызванные неисправностью или поломкой оборудования, и многие другие. Из всех климатологических воздействий решающим при проектировании высотных сооружений является ветер. Под его действием и мачты, и башни, как и другие высотные сооружения, будучи гибкими по своему определению, не только отклоняются, но и совершают колебания по направлению ветра.

Уменьшить деформируемость башни, не изменяя ее габаритов, можно только за счет увеличения сечений несущих конструкций. Это

приведет к увеличению расхода материала (массы конструкции) и, как следствие, к росту стоимости как самой башни, так и ее фундамента. Более того, увеличится стоимость работ по монтажу системы, потребуется более сложная и, соответственно, более дорогостоящая подъемная техника.

В мачтовых сооружениях, помимо вышеизложенного способа, приводящего к увеличению металлоемкости, ограничить колебания ствола можно следующими способами. Первый, самый очевидный и достаточно эффективный, - это увеличение предварительного натяжения оттяжек. Однако следует отметить, что если для мачт небольшой высоты эта операция про-



ста, то для высоких - может занять много времени и потребовать привлечения специальной техники. В любом случае эта работа должна выполняться опытными специалистами. Второй метод - замена типа или сечения применяемого в составе оттяжек каната. Конечно, не всегда это можно сделать по тем или иным соображениям, однако в некоторых случаях это хороший вариант уменьшения перемещений как на стадии проектирования, так и при доработке уже существующей конструкции. Если позволяется площадь, выделенная под строительство, то увеличение расстояний от центра мачты до мест расположения

анкерных фундаментов, к которым крепятся оттяжки, также обеспечивает существенное снижение колебаний ствола мачты относительно вертикальной оси.

Необходимо отдельно остановиться на том, почему так важны смещения оси сооружения от вертикали. Любая башня или мачта должна отвечать требованиям СНиП II-23-81* "Стальные конструкции" (раздел 16 таблица 47) по предельному отклонению оси сооружения в верхнем сечении от вертикали, которое должно составлять не более $1/100$ от высоты сооружения. Это максимум, что может себе позволить проектировщик, если заказчиком в техническом задании не оговорены более жесткие требования. Эта цифра возникла в СНиП не случайно, а в результате наблюдения за поведением высотных сооружений. Если амплитуда колебаний не превышает $1/100$ от высоты сооружения, то они не видны человеческому глазу.

Одна из главных причин, заставляющих нас уделять этому вопросу особое внимание, - это специфика работы самой системы радиосвязи. Если в ее составе используются направленные антенны с узкой диаграммой направленности (что справедливо практически для всех зер-

кальных антенн), особенно при работе в области высоких частот, то для обеспечения заданного качества работы системы необходимо дополнительно ограничивать уровень колебаний ствола антенной опоры. В зависимости от характеристик усиления антенн заказчик дополнительно требует ограничить деформации конструкции по углу места (характерные значения этого параметра - от 20 до 40 минут).

И в заключение коротко о материалах, применяемых при строительстве высотных сооружений. В приложении 1 (таблица 50*) СНиП II-23-81* "Стальные конструкции" приведены рекомендации по типам применяемых сталей для стальных конструкций зданий и сооружений. Здесь указаны марки сталей, которые необходимо использовать для сооружений, работающих в особо тяжелых условиях или подвергающихся непосредственному воздействию динамических нагрузок. Более того, в таблице непосредственно указаны марки сталей для изготовления элементов комбинированных опор антенных сооружений. Именно этими данными руководствуются в нашей стране при проектировании и строительстве антенных опор всех категорий. В то же время известно, что конструкции высоких сооружений типа антенн, дымовых труб, мачт, башен и подъемно-транспортных сооружений следует проверять на резонанс от действия ветра расчетом на выносливость. Расчеты этого по-



казателя элементов исключительно стальных конструкций посвящен раздел 9 СНиПа II-23-81*.

Теперь обратимся к другому официальному документу - СНиП 2.03.06-85 "Алюминиевые конструкции". В приложении 1 указаны марки и состояния алюминия для конструкций зданий и сооружений. Сразу отметим, что в этом разделе упоминаются только следующие марки и состояния алюминия: АД1М, АМцМ, АД31Т, АМг2М, АМг2П, АД31Т1, 1915Т и 1925Т. Все конструкции из этих материалов разделены на четыре группы, и ни в одной из них нет упоминания об антенных и иных опорах. Также в СНиП 2.03.06-85 отсутствует и раздел, посвященный расчету элементов алюминиевых конструкций на выносливость. Вывод очень простой: **изготавливать из алюминия антенные опоры и любые другие высотные сооружения действующими нормами запрещено**, поскольку все эти конструкции подвержены непосредственному воздействию динамических нагрузок.

**Продолжение темы
читайте в следующих номерах.**

