



# ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ВЫСОТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В РАЙОНАХ С НИЗКОЙ

А. В. Калашников  
ОАО Радиозавод БРИЗ

Как и было обещано ранее, в этой статье я расскажу об особенностях строительства высотных сооружений объектов связи в северных районах с расчетной температурой окружающей среды ниже минус 40°C. Под расчетной температурой (далее — температура) подразумевается средняя температура наиболее холодного времени года с учетом отклонений.

В одном из предыдущих номеров журнала «Информост» уже говорилось о том, что к основным факторам, влияющим на окончательный облик возводимого сооружения, относится его взаимодействие с окружающей средой. При проектировании и строительстве антенных опор, действующие в РФ строительные нормы и правила (СНиП) обязывают учитывать следующие факторы или внешние воздействия (нагрузки):

- ветровые нагрузки;
- снеговые нагрузки;
- гололедные нагрузки;
- температурные климатические воздействия;
- особые нагрузки (сейсмические нагрузки, взрывные воздействия, нагрузки вызванные резкими нарушениями технологического процесса, временной неисправностью или поломкой оборудования);
- нагрузки от перемещения, складирования, хранения, погрузки-разгрузки и монтажа опоры.

В предыдущих номерах мы подробно рассказывали о том, какое влияние оказывают на сооружение ветровые нагрузки. Теперь добавим к ним еще одно воздействие — температурное. Из названия статьи по-



нятно, что сегодня речь пойдет только о влиянии низкой (отрицательной) температуры окружающей среды.

Первое, и наиболее существенное отличие обычных сооружений от возводимых в районах с температурой ниже минус 40°C заключается в свойствах стали, применяемой для изготовления несущих элементов конструкций (поясов, распорок, раскосов).

Дело в том, что в районах с температурой выше минус 40°C действующими строительными нормами и правилами (СНиП II-23-81\*) разрешается в качестве материала для поясов и элементов решетки использовать обыкновенную т.н. углеродистую сталь, при условии обеспечения дополнительных требований по ударной вязкости.

**В районах с низкой температурой (ниже минус 40°C) применять обыкновенную углеродистую сталь для элементов решетки и поясов башен или мачт — запрещено.**

В качестве справки привожу выдержку из таблицы 50\* СНиП II-23-81\*, в которой отражены эти требования.

Из данного раздела СНиП следует, что в качестве материала для изготовления элементов поясов, раскосов и распорок, то есть несущих элементов подвергающихся **непосредственному воздействию динамических нагрузок**, можно использовать только сталь с показателями прочности не ниже чем **С345**. При этом сталь данного класса прочности одновременно должна отвечать требованиям и по такому показателю, как **ударная вязкость**.

## МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИХ РАСЧЕТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Таб. 50\* Стали для стальных конструкций зданий и сооружений

Сталь	ГОСТ или ТУ	Категория стали для климатического района строительства (расчетная температура, °С)		
		II <sub>4</sub> (-30 > t ≥ -40) II <sub>3</sub> и др. (t ≥ -30)	I <sub>2</sub> , II <sub>2</sub> и II <sub>3</sub> (-40 > t ≥ -50)	I <sub>1</sub> (-50 > t ≥ -65)
<b>Группа 1.</b> Сварные конструкции либо их элементы, работающие в особо тяжелых условиях или подвергающиеся непосредственному воздействию динамических, вибрационных или подвижных нагрузок [подкрановые балки; балки рабочих площадок; элементы конструкций бункерных и разгрузочных эстакад, непосредственно воспринимающих нагрузку от подвижных составов; фасонки ферм; пролетные строения транспортных галерей; сварные специальные опоры больших переходов линий электропередачи (ВЛ) высотой более 60 м; элементы оттяжек мачт и оттяженных узлов; балки под краны гидротехнических сооружений и т. п.].				
C255	ГОСТ 27772-88	+	—	—
C285		+	—	—
C345		3	3	4 <sup>а)</sup>
C375		3	3	4 <sup>а)</sup>
C390		+	+	+ <sup>б)</sup>
C390K		+	+	+ <sup>б)</sup>
C440		+	+ <sup>б)</sup>	+ <sup>б)</sup>

### Обозначения, принятые в табл. 50\*:

- а) фасонный прокат толщиной до 11 мм, а при согласовании с изготовителем — до 20 мм; листовой — всех толщин;
- б) требование по ограничению углеродного эквивалента по ГОСТ 27772-88 для толщин свыше 20 мм;
- в) требование по ограничению углеродного эквивалента по ГОСТ 27772-88 для всех толщин;
- г) для района II<sub>4</sub>, для неотапливаемых зданий и конструкций, эксплуатируемых при температуре **наружного** воздуха, применять прокат толщиной не более 10 мм;
- д) при толщине проката не более 11 мм допускается применять сталь категории 3;
- е) кроме опор ВЛ, ОРУ и КС;
- ж) прокат толщиной до 10 мм и с учетом требований разд. 10;
- и) кроме района II<sub>4</sub> для неотапливаемых зданий и конструкций, эксплуатируемых при температуре **наружного** воздуха.

Знак «+» означает, что данную сталь следует применять; знак «-» означает, что данную сталь в указанном климатическом районе применять не следует.

### Примечания:

1. Требования настоящей таблицы не распространяются на стальные конструкции специальных сооружений: магистральные и технологические трубопроводы, резервуары специального назначения, кожухи доменных печей и воздухонагревателей и т. п. Стали для этих конструкций устанавливаются соответствующими СНиП или другими нормативными документами.
  2. Требования настоящей таблицы распространяются на листовую прокат толщиной от 2 мм и фасонный прокат толщиной от 4 мм по ГОСТ 27772-88, сортовой прокат (круг, квадрат, полосу) по ТУ 14-1-3023-80, ГОСТ 380-71\*\* (с 1990 г. ГОСТ 535-88) и ГОСТ 19281-73\*. Указанные категории стали относятся к прокату толщиной не менее 5 мм. При толщине менее 5 мм приведенные в таблице стали применяются без требований по ударной вязкости.
- Для конструкций всех групп, кроме группы 1 и опор ВЛ и ОРУ, во всех климатических районах, кроме I<sub>1</sub>, допускается применять прокат толщиной менее 5 мм из стали С235 по ГОСТ 27772-88.
3. Климатические районы строительства устанавливаются в соответствии с ГОСТ 16350-80 «Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей». Указанные в головке таблицы в скобках расчетные температуры соответствуют температуре наружного воздуха соответствующего района, за которую принимается средняя температура наиболее холодной пятидневки согласно указаниям

СНиП по строительной климатологии и геофизике.

4. К конструкциям, подвергающимся непосредственному воздействию динамических, вибрационных или подвижных нагрузок, относятся конструкции либо их элементы, подлежащие расчету на выносливость или рассчитываемые с учетом коэффициентов динамичности.
5. При соответствующем технико-экономическом обосновании стали С345, С375, С440, С590, С590К, 16Г2АФ могут заказываться как стали повышенной коррозионной стойкости (с медью) — С345Д, С375Д, С440Д, С590Д, С590КД, 16Г2АФД.
6. Применение термоупрочненного фасонного проката из стали С345Т и С375Т, поставляемого по ГОСТ 27772-88 как сталь С345 и С375, не допускается в конструкциях, которые при изготовлении подвергаются металлизации или пластическим деформациям при температуре выше 700°С.
7. Бесшовные горячедеформированные трубы по ГОСТ 8731-87 допускается применять только для элементов специальных опор больших переходов линий электропередачи высотой более 60 м, для антенных сооружений связи и других специальных сооружений, при этом следует применять марки стали:
  - во всех климатических районах, кроме I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub> и II<sub>3</sub>, марку 20 по ГОСТ 8731-87, но с дополнительным требованием по ударной вязкости при температуре минус 20°С не менее 30 Дж/см<sup>2</sup> (3кгс·м/см<sup>2</sup>);
  - в климатических районах I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub> и II<sub>3</sub> — марку 09Г2С по ГОСТ 8731-87, но с дополнительным требованием по ударной вязкости при температуре минус 40°С не менее 40 Дж/см<sup>2</sup> (4 кгс·м/см<sup>2</sup>) при толщине стенки до 9 мм и 35 Дж/см<sup>2</sup> (3,5 кгс·м/см<sup>2</sup>) при толщине стенки 10 мм и более.
8. К сортовому прокату (круг, квадрат, полоса) по ТУ 14-1-3023-80, ГОСТ 380-71\* (с 1990 г. ГОСТ 535-88) и ГОСТ 19281-73\* предъявляются такие же требования, как к фасонному прокату такой же толщины по ГОСТ 27772-88. Соответствие марок сталей по ТУ 14-1-3023-80, ГОСТ 380-71\*, ГОСТ 19281-73\* и ГОСТ 19282-73\* сталям по ГОСТ 27772-88 следует определять по табл. 51,б.

Этим двум требованиям, например, отвечает сталь марки **09Г2С**. Эта сталь относится к низколегированным маркам по своему химическому составу и отлично подходит для использования в составе башен, мачт и иных высотных сооружений, возводимых в районах с температурой окружающей среды ниже минус 40°C. Благодаря своим особым свойствам стоимость **стального профиля** марки 09Г2С больше, чем например марки 3 или 20.

В связи с этим фактом будет интересно сравнить затраты на металл для изготовления опор различных конструкций.

Рассмотрим три основных типа сооружений:

- 1) четырехгранное, с поясами и решеткой выполненной из прокатного профиля («уголка»);
- 2) трехгранное, с поясами и решеткой из труб;
- 3) трехгранное, с поясами из уголкового профиля (угол раскрытия — 60°), раскосами и распорками из «уголка» (угол раскрытия — 90°), изготовленного из листового проката.

Результаты анализа показывают следующее:

- при строительстве сооружений в районах с температурой ниже минус 40°C, затраты на металл для основных элементов трехгранной опоры из труб почти в **2 раза** больше, затрат на сооружения, возводимые в районах с температурой более минус 40°C,
- для опор квадратного сечения затраты на металл в **1,55 раза** больше,



- для трехгранных опор, изготовленных на основе листового проката — **всего в 1,15 раза!**

Таким образом, строительство высотных сооружений в районах с крайне низкой температурой окружающей среды требует больших затрат, как минимум, на материалы.

При этом, в зависимости от конструктивного решения, эти затраты отличаются значительно.

Вывод из этого прост: в качестве опоры для строительства в регионах с низкой температурой (менее минус 40°C) следует отдавать предпочтение конструкциям, построенным на элементах изготовленных из листового проката.

Изготовление конструктивных элементов высотных сооружений из гнутого профиля с углом раскрытия 60 и 90 град. требует специализированного высокоточного оборудования. На производстве именно таких конструкций специализируется Радиозавод БРИЗ, который я представляю.

Однако на этом проблемы, связанные со строительством высотных сооружений в северных районах, не заканчиваются. В следующей статье мы расскажем о других особенностях решения этой, казалось бы, несложной задачи.

**ОАО Радиозавод БРИЗ**  
Россия, 101000  
г. Москва, а/я 2073  
тел.: (095) 505-1080  
782-7506  
259-8674  
e-mail: briz@briz.ru  
http://www.briz.ru



информационный центр  
**МОСТ**

www.informost.ru



Добро пожаловать,  
Наш стенд  
на выставках