

УДК 624.011

## Конструктивное решение узлов большепролетной двухшарнирной клеодощатой арки с затяжкой

Кручанова Н.А.

(Научный руководитель – Оковитый А.В.)

Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Беларусь

Двухшарнирные клеодощатые арки с затяжкой обычно проектируют пологими пролетом до 30 м, стрела подъема  $1/5 \dots 1/7$  пролета. При реконструкции спортивного комплекса в г. Пинске в качестве несущих конструкций покрытия над ледовой ареной применены двухшарнирные клеодощатые арки со стальной затяжкой пролетом 42 м, шаг – 6 м, стрела подъема арки  $1/6,2$  пролета (рисунок 1).

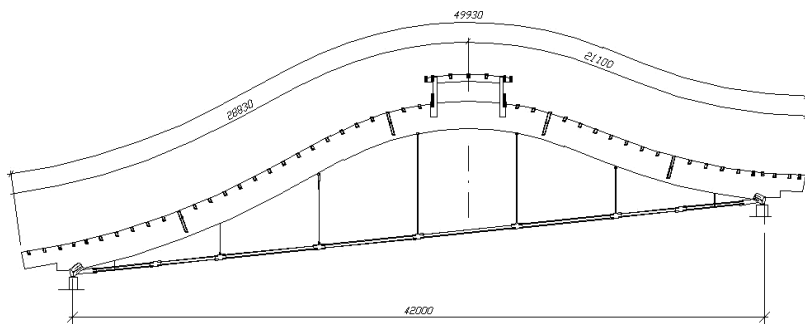


Рисунок 1 – Общий вид клеодощатой арки с затяжкой

Клеодощатые криволинейные арки прямоугольного постоянного сечения – двухконсольные, в соответствии с функциональным назначением имеют сложное очертание и запроектированы из трех отправных марок длиной до 20 м с жесткими монтажными соединениями с различными радиусами кривизны. Арки имеют две консоли у опорных узлов, при этом опорные части арок имеют вогнутое очертание. Распор воспринимается стальной затяжкой из четырех арматурных стержней, объединенных в две ветви. Для уменьшения гибкости затяжки предусмотрено пять подвесок.

Опорные узлы арок с консольными участками запроектированы в виде стальной платформы с анкерровкой в стене (рисунок 2). В нижней кромке деревянной арки устроена выборка, посредством которой она сопрягается с двумя гранями опорного башмака платформы. Продольное усилие сжатия и поперечная сила от деревянной арки передается на грани башмака через контактные площадки, в которых древесина работает на смятие под различными углами. Затяжка в виде стальной серьги с вертикальной пластиной соединена с платформой посредством стального валика. К пластине приварены две вертикальные ветви арматурных стержней. Продольное усилие растяжения передается через валик к серьге затяжки.

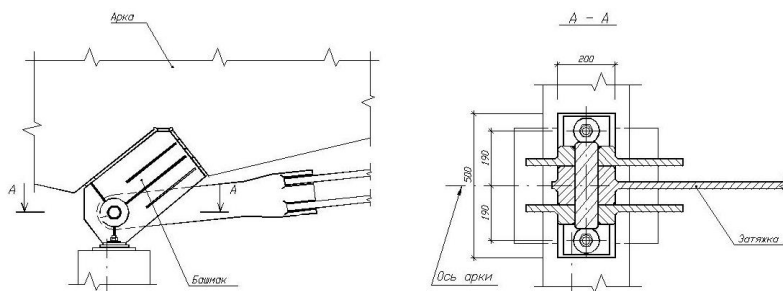


Рисунок 2 – Опорный узел клеодошатай арки с затяжкой

При расчете данного опорного узла специфичным является расчет контактной площадки арки под башмаком от усилия сжатия  $N_{c,d}$  под углом  $\alpha = 26^\circ$ . Так как смятие происходит не по всей площади поперечного сечения, то необходимо учесть концентрацию местных напряжений смятия, и должно соблюдаться условие

$$\sigma_{cm, a.d} = N_{c,d} / A_{cm,d} \leq k_{\sigma 1} \cdot k_{\sigma 2} \cdot f_{c, a.d} \cdot k_{mod} / \gamma_n,$$

где  $A_{cm,d} = b \cdot h_T$  – площадь опорной площадки торца арки.  $b$  и  $h_T$  – соответственно ширина и высота сечения торцевой площадки арки;

$f_{c, a.d}$  – расчетное сопротивление древесины смятия под углом  $\alpha$ .  
 $f_{c, a.d} = f_{c, 0.d} / [1 + (f_{c, 0.d} / f_{c, 90.d} - 1) \cdot \sin^3 \alpha]$ ;

$k_{\sigma 1}, k_{\sigma 2}$  – коэффициенты, учитывающие неравномерность распределения напряжения под плитой башмака.

$$k_{\sigma 1} = 0,348 - 0,064 \cdot \beta_2 + 0,107 \cdot \beta_2^2 - (0,322 + 0,056 \cdot \beta_2 - 0,044 \cdot \beta_2^2) \beta_1 + (0,242 - 0,031 \cdot \beta_2 + 0,065 \cdot \beta_2^2) \cdot \beta_1^2;$$

$$k_{\sigma 2} = 0,87 + 0,08 \cdot \beta_3 - 0,27 \cdot \beta_4 + 0,04 \cdot \beta_1 \cdot \beta_3 + 0,06 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \beta_4 - 0,08 \cdot \beta_4^2;$$

$$\beta_1 = (\alpha - 22,5^\circ) / 22,5^\circ; \quad \beta_2 = (h_T / h - 0,5) / 0,25; \quad \beta_3 = 2 \cdot l_{sk} / (3 \cdot h_T) - 1;$$

$$\beta_4 = 10 \cdot V_d / F_d - 1.$$

При исходных данных для данного узла: продольное сжимающее усилие  $N_{c,d} = 770$  кН; поперечная сила  $V_d = 230$  кН; размеры поперечного сечения – ширина и высота поперечного сечения  $b = 320$  мм;  $h = 1600$  мм; высота сечения в месте упора в башмак  $h_T = 400$  мм; длина скоса нижней грани  $l_{sk} = 30$  мм – условие прочности на смятие торца арки в месте упора в стальной башмак

$$\begin{aligned} \sigma_{c.m.a.d} &= 770 \cdot 10^{-3} / 1280 \cdot 10^{-4} = \\ &= 6,0 \text{ МПа} < 0,652 \times 1 \times 8,5 \times 1,05 / 0,95 = 6,1 \text{ МПа}, \end{aligned}$$

где  $A_{c.m.d} = 1280 \text{ см}^2$ ;  $f_{c.a.d} = 8,5 \text{ МПа}$ ;  $k_{\sigma 1} = 0,652$ ;  $k_{\sigma 2} = 1,0$ ;  $k_{mod} = 1,05$ ;  $\gamma_n = 0,95$ .

Как видно, напряжения смятия под плитой башмака вследствие неравномерности распределения увеличиваются до 35 %.

**Выводы:** В опорных узлах большепролетных клеодошчатых арок при опирании части торца арки на плиту стального башмака напряжения смятия древесины вследствие неравномерности распределения под плитой значительно увеличиваются (до 35%), что следует учитывать при расчете узлов.

## Литература

1. ТКП 45-5.05-146-2009. Деревянные конструкции. Строительные нормы проектирования / Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск: РУП «Минсктишпроект», 2009. – 63 с.