

## Необходимость учета и расчет пространственной работы однопролётных производственных зданий и сооружений

Чужба Е.В.

Научный руководитель – Згировский А.И.  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

### Введение

Целесообразность учета пространственной работы каркаса устанавливается в каждом отдельном случае исходя из рассмотрения: размеров сооружения, его конструктивной схемы, характера, величины и способа приложения нагрузок, типа продольных конструкций с точки зрения соответствия их дополнительным требованиям (неразрезность, жесткость и т. п.), связанным с работой их на нагрузки, действующие в поперечном направлении.

Функции продольных дисков, обеспечивающих пространственную работу каркаса, могут выполнять стальные связевые фермы, площадки, а также ограждающие конструкции, выполненные из других материалов.

К числу таких дисков относятся, например, кровельные покрытия и перекрытия из сборных или монолитных железобетонных плит, стального профилированного настила, волнистой стали и т. п. Эти диски следует рассматривать в качестве продольных элементов. При нежесткой кровле, например кровле из волнистых асбестоцементных плит, учитываются только продольные связи покрытия.

Обычно в промышленных зданиях имеется по высоте несколько продольных дисков, удовлетворяющих предъявляемым к ним требованиям.

В каждом отдельном случае необходимо установить, какие именно диски должны быть учтены при расчете по пространственной схеме. В одноэтажных промышленных зданиях с покрытиями, расположенными на одном уровне, обычно учитывается только один продольный диск, расположенный в уровне покрытия (горизонтальные связи или кровля). В одноэтажных зданиях с покрытиями, расположенными на разных уровнях, могут учитываться диски, расположенные в уровне каждого из покрытий.

Расчет каркаса по пространственной схеме производится различно в зависимости от жесткости продольных дисков, числа включаемых в расчет продольных дисков и расположения колонн в плане (одинаковые или разные шаги колонн по разным рядам).

При пространственном расчете одноэтажных промышленных зданий с одним продольным диском следует:

1) стальной каркас рассматривать как систему неразрезных балок–продольных дисков на упругих опорах, где роль неразрезных балок играют продольные конструкции, а опор – поперечные рамы;

2) при пространственном расчете стального каркаса жесткую кровлю (сборные железобетонные плиты, стальной профилированный настил, волнистая сталь и др.) учитывать в качестве продольного элемента. При нежесткой кровле, например из волнистых асбестоцементных плит, учитывать только продольные связи покрытия. В отдельных случаях при наличии других продольных элементов, как, например, тормозных и рабочих площадок, рекомендуется учитывать и эти элементы, особенно при наличии в их плоскости горизонтальных поперечных воздействий;

3) расчетную схему поперечной рамы принимать в виде плоской рамы, воспринимающей, помимо приложенной непосредственно к ней внешней нагрузки, также силы горизонтального отпора, возникающие в плоскости продольных дисков вследствие пространственной работы каркаса.

Учет пространственной работы каркаса всегда целесообразен в крановых зданиях.

Вертикальные и горизонтальные крановые нагрузки приложены к отдельным рамам. При этом соседние менее нагруженные рамы за счет имеющихся связей так же включаются в работу и сдерживают перемещение рассматриваемой рамы, отсюда возникает эффект пространственной работы каркаса. Учет этого фактора помогает снизить моменты в нижних сечениях колонн и уменьшить горизонтальные перемещения каркаса. Отсюда следует и уменьшение размеров сечения колонн.

### Расчет коэффициента пространственной работы

Для учета пространственной работы зданий и сооружений используется коэффициент пространственной работы  $\alpha_{pr}$ , на который умножается перемещение рамы  $z$ , найденное в результате решения канонического уравнения. Этот коэффициент показывает на сколько перемещение рамы, работающей в пространственном блоке  $z_{pr}$ , меньше перемещения плоской рамы  $z$ :

$$z_{pr} = z \times \alpha_{pr}, \quad \text{при } \alpha_{pr} < 1,0$$

При определении значения коэффициента  $\alpha_{pr}$ , существенное значение имеет вид несущих конструкций покрытия.

Покрытие с применением крупноразмерных железобетонных панелей можно считать жестким диском, который воспринимает горизонтальные нагрузки и оказывает влияние на пространственную работу каркаса.

Покрытие с применением стальных прогонов не может воспринимать горизонтальные нагрузки, поэтому его участие в пространственной работе каркаса не учитывается.

Указанные предпосылки приводят к двум различным подходам при определении коэффициента пространственной работы.

При использовании конструкции покрытия с использованием прогонов, коэффициент  $\alpha_{pr}$ , находим по формуле:

$$\alpha_{pr} = 1 - \alpha + \alpha' \times \left( \frac{n_0}{\sum y} - 1 \right).$$

Где  $n_0$  – число колес кранов на одном пути;  $n_0 = 8$ .

$\sum y$  – сумма ординат линии влияния опорной реакции подкрановой балки;  $\sum y = 4,968$

$\alpha, \alpha'$  – коэффициенты, определяемые по справочной таблице в зависимости от параметра  $\beta$ :

$$\beta = \frac{l^3 \cdot d \cdot m}{H^3}$$

где  $l$  – шаг поперечной рамы;  $l = 12$  м.

$H$  – высота колонны;  $H = 15,2$  м.

$m$  – отношение момента инерции нижней части колонны к суммарному моменту инерции горизонтальных связевых элементов;  $m = 0,5 \dots 0,25$ ; примем 0,3;

$d$  – коэффициент приведения ступенчатой колонны к колонне постоянного сечения, эквивалентной по смещению. Принимается в зависимости от вида сопряжения ригеля с колонной:

при шарнирном сопряжении  $d = 1 / c = 1 / 1,270 = 0,787$ ;

при жестком сопряжении  $d = 1 / K = 1 / 5,868 = 0,170$

Тогда в при шарнирном сопряжении:

$$\beta = \frac{12^3 \cdot 0,787 \cdot 0,3}{15,20^3} = 0,1162$$

$$\alpha = 0,58 + \frac{(0,62 - 0,58)(0,15 - 0,1162)}{0,15 - 0,1} = 0,607$$

$$\alpha' = 0,26; \quad \alpha_{pr} = 1 - 0,607 + 0,26 \times \left( \frac{8}{4,968} - 1 \right) = 0,552.$$

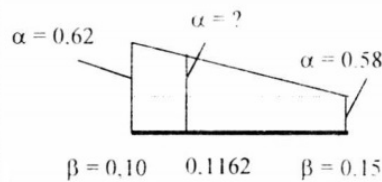
В случае жесткого сопряжения:

$$\beta = \frac{12^3 \cdot 0,170 \cdot 0,3}{15,20^3} = 0,0251$$

$$\alpha = 0,58 + \frac{(0,62 - 0,58)(0,15 - 0,0251)}{0,15 - 0,1} = 0,720.$$

$$\alpha' = 0,23; \quad \alpha_{pr} = 1 - 0,720 + 0,23 \times \left( \frac{8}{4,968} - 1 \right) = 0,420.$$

$\beta$	$\alpha$	$\alpha'$
0,01	0,77	0,20
0,02	0,73	0,22
0,03	0,71	0,24
0,04	0,69	0,25
0,05	0,67	0,25
0,10	0,62	0,26
0,15	0,58	0,26
0,20	0,56	0,26
0,50	0,46	0,25



УДК 624.014.2

## Проблемы определения расчетного сопротивления локальной нагрузке стенок балок с гофрированной стенкой

Вихляев А.И.

Научные руководители – Надольский В.В., Верёвка Ф.А.  
Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Беларусь

### Введение

Экономическая целесообразность использования большепролетных стальных балок требует снижения собственного веса. Применение тонких гофрированных стенок – один из способов достижения достаточного уровня местной устойчивости стенок большепролетных балок без использования ребер или диафрагм. Именно из-за повышенной жесткости стенки ее толщина может быть уменьшена, что ведет за собой уменьшение собственного веса и, как следствие, более быстрый и простой монтаж. С 1990-х годов гофрированные стенки все чаще используются в качестве стенок балок, применяемых в строительстве стальных и композитных мостов (рис.1). Во время запуска таких мостов почти все поперечные сечения балок проходят, по меньшей мере, один раз над опорой, где на них действует локальная сила реакции. Во избежание достижения предельных деформаций элементов сечения подобных конструкций необходимо определить расчетное сопротивление локальной нагрузке гофрированной стенки, что может являться темой научной работы.

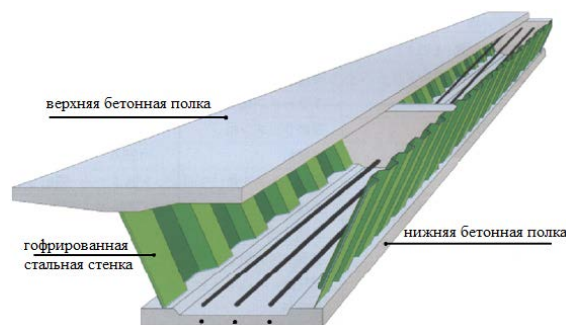


Рис. 1. Схема моста с гофрированной стенкой

### Нормативная база.

В ТКП EN 1993-1-5-2009\*[2] представлена методика по расчету сопротивления локальным нагрузкам:

$$F = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}} \quad (1)$$

где  $t_w$  – толщина стенки;  
 $f_{yw}$  – предел текучести материала стенки;  
 $L_{eff}$  – эффективная длина при определении сопротивления локальной нагрузки стенки;  
Данный метод требует усовершенствования для расчета гофрированных стенок.