

Особенности определения полезных нагрузок на перекрытия многоэтажных зданий по отечественным и зарубежным нормам проектирования

Гайдук А.С., Камейша М.Д.

(Научный руководитель – Рак Н.А.)

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

Полезная нагрузка на перекрытия – это переменная нагрузка от массы людей, оборудования, материалов, изделий, средств транспорта, технологического оборудования, временных перегородок и иных частей здания, местоположение которых во время эксплуатации здания изменяется.

В расчетах конструкций перекрытий обычно применяется эквивалентная равномерно распределенная нагрузка, которую вычисляют из условия равенства ее воздействия воздействию действительной нагрузки.

Нормативные значения равномерно распределенных полезных нагрузок на перекрытия зданий приведены, как правило, в нормах проектирования или в технологических нормах.

Полные нагрузки на перекрытия соответствуют достаточно редкой ситуации, когда в помещении наблюдается скученность людей или нагромождение мебели во время ремонта.

При больших площадях помещений маловероятно одномоментное достижение полной нагрузки по всей площади помещений. В связи с этим рекомендуется снижать полные значения нагрузок в зависимости от грузовой площади рассчитываемого элемента перекрытия (плиты, ригеля, балки, стены и т.п.).

При расчете каркаса многоэтажного здания усилия в колоннах и нагрузки на фундаменты определяют из нагрузок, действующих на различных этажах. При этом маловероятно одномоментное достижение полной нагрузки на каждом из этажей, учитываемых при расчете усилий. В связи с этим рекомендуется снижать полные значения нагрузок на перекрытия в зависимости от количества этажей, учитываемых при расчете усилий колоннах и нагрузки на фундаменты.

В настоящей статье рассмотрены особенности определения полезных нагрузок на перекрытия многоэтажных зданий по отечественным и зарубежным нормам (на примере жилых и офисных помещений).

Нормы СССР [1, 2]

В нормах [1] при расчете балок и ригелей с грузовой площадью T (в m^2) полную полезную нагрузку допускается снижать умножением на коэффициент (при $T > 18 m^2$)

$$\alpha_1 = 0,3 + \frac{3}{\sqrt{T}}$$

При расчете колонн, стен, фундаментов и оснований полные полезные нагрузки допускается снижать умножением на коэффициент

$$\eta_1 = 0,3 + \frac{0,6}{\sqrt{m}}$$

где m – число учитываемых в расчете полностью загруженных перекрытий (над рассматриваемым сечением).

В нормах [2] при расчете балок, ригелей, плит, а также колонн и фундаментов, воспринимающих нагрузки от одного перекрытия, полные нормативные значения нагрузок следует снижать в зависимости от грузовой площади A , m^2 , рассчитываемого элемента умножением на коэффициент сочетания ψ_A , равный (при $A > A_1 = 9 m^2$),

$$\psi_A = 0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{A/A_1}}$$

При определении продольных усилий для расчета колонн, стен и фундаментов, воспринимающих нагрузки от двух перекрытий и более, полные нормативные значения нагрузок следует снижать умножением на коэффициент сочетания ψ_n , равный

$$\psi_n = 0,4 + \frac{\psi_A - 0,4}{\sqrt{n}}$$

где ψ_A - определяют в соответствии с вышеприведенной формулой.

n – общее число перекрытий, нагрузки от которых учитываются при расчете рассматриваемого сечения колонны, стены, фундамента.

Примечание. При определении изгибающих моментов в колоннах и стенах следует учитывать снижение нагрузок для примыкающих к ним балок и ригелей.

Нормы Российской Федерации [3]

В нормах [3] при расчете балок, ригелей, плит, стен, колонн и фундаментов, воспринимающих нагрузки от одного перекрытия, нормативные значения нагрузок допускается снижать в зависимости от грузовой площади A , м^2 , с которой передаются нагрузки на рассчитываемый элемент, умножением на коэффициент φ_1 (при $A > A_1 = 9 \text{ м}^2$)

$$\varphi_1 = 0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{A/A_1}}$$

При определении усилий для расчета колонн, стен и фундаментов, воспринимающих нагрузки от двух перекрытий и более, полные нормативные значения нагрузок допускается снижать умножением на коэффициенты сочетания φ_3

$$\varphi_3 = 0,4 + \frac{\varphi_1 - 0,4}{\sqrt{n}}$$

где n – общее число перекрытий, нагрузки от которых учитываются при расчете рассматриваемого сечения колонны, стены, фундамента.

Европейские нормы [4]

В Европейских нормах [4] рекомендуется применять коэффициент снижения α_A , определяемый по формуле

$$\alpha_A = \frac{5}{7} \psi_0 + \frac{A_0}{A} \leq 1,0,$$

где ψ_0 – коэффициент в соответствии с ЕН 1990, приложение А.1, таблица А.1.1; A_0 – $10,0 \text{ м}^2$; A – грузовая площадь.

Примечание. В национальном приложении допускается альтернативная методика.

Нагрузку на колонны и стены, определяемую по нагрузкам нескольких этажей, допускается умножить на коэффициент снижения α_n , определяемый по формуле

$$\alpha_n = \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n}$$

где n – количество этажей ($n > 2$), расположенных выше рассматриваемых опор и стен; ψ_0 – коэффициент в соответствии с ЕН 1990, приложение А. 1, таблица А. 1. 1.

Примечание. В национальном приложении допускается альтернативная методика.

В [4] не приводятся сведений о том, можно ли применять коэффициенты α_A и α_n одновременно.

Национальное приложение Республики Беларусь [5] к Европейским нормам [4]

В национальном приложении [5] Республики Беларусь к Европейским нормам [4] указано, что для определения значений коэффициентов следует использовать формулы норм [2].

В [5] не приводятся сведений о том, можно ли применять коэффициенты α_A и α_n одновременно с формулами для составления комбинаций усилий, приведенными в приложении А норм Республики Беларусь по расчету железобетонных конструкций [6].

Национальное приложение Соединенного Королевства (по [7]) к Европейским нормам [4]

В Национальном приложении Соединенного Королевства выражение (6.1) [4] заменяется приводимым ниже выражением для вычисления коэффициента α_A

$$\alpha_A = 1,0 + \frac{A}{1000} \geq 0,75,$$

где A – грузовая площадь, м².

Национальное приложение Соединенного Королевства заменяет выражение (6.2) [4] приводимым ниже выражением для вычисления коэффициента α_n

$$\alpha_n = 1,1 - \frac{n}{10} \quad \text{для } 1 \leq n \leq 5$$

$$\alpha_n = 0,6 \quad \text{для } 5 < n \leq 10$$

$$\alpha_n = 0,5 \quad \text{для } n > 10$$

где n – количество этажей с нагрузками, подлежащими снижению.

В британском Национальном приложении даются следующие рекомендации:

снижение нагрузки, основываемое на грузовой площади, применимо, если $\alpha_A < \alpha_n$;

однако снижение, даваемое α_A ; не может быть использовано в сочетании со снижением, определенным для α_n .

Авторы руководства [7] рекомендуют использовать α_A для снижения значений полной нормативной нагрузки при расчете балок, перекрытий, покрытий и т.п. для соответствующей площади перекрытия. Полные значений нагрузки от нескольких этажей можно снизить с помощью коэффициента α_n . Однако значения нагрузок на перекрытия должны приниматься без снижения с помощью коэффициента α_A .

По приведенным выше формулам, содержащимся в различных нормативных документах, были выполнены вычисления значений коэффициентов снижения полезной нагрузки в зависимости от грузовой площади ($\alpha_1, \psi_A, \phi_1, \alpha_A$) и коэффициентов снижения полезной нагрузки в зависимости от количества этажей ($\eta_1, \psi_n, \phi_3, \alpha_n$). При этом вычисления значений понижающего коэффициента α_A ($\psi_{A1}, \phi_1, \alpha_1$) при расчете коэффициента α_n ($\psi_{n1}, \phi_3, \eta_1$) выполнялось при $A=20\text{м}^2$.

Результаты вычислений представлены на рисунках 1 и 2.

Анализ результатов вычислений позволил сделать следующие выводы:

1. Наблюдаются существенные расхождения в значениях коэффициентов $\alpha_1, \psi_A, \phi_1, \alpha_A$ снижения полезной нагрузки на перекры-

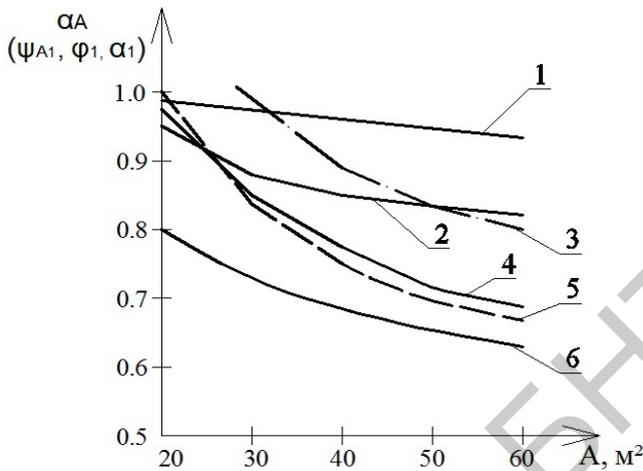


Рис. 1. Зависимость понижающего коэффициента α_A ($\psi_{A1}, \varphi_1, \alpha_1$) от грузовой площади: 1 – британское Национальное приложение к [4]; 2 – свод правил Франции; 3 – свод правил Финляндии; 4 – [1] и свод правил Чешской Республики; 5 – [4] и свод правил Германии; 6 – для [2], [3] и [5]

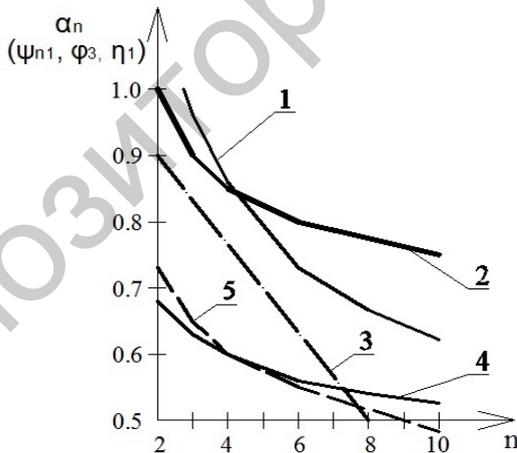


Рис. 2. Зависимость понижающего коэффициента α_n ($\psi_{n1}, \varphi_3, \eta_1$) от количества этажей: 1 – свод правил Франции; 2 – [4] и свод правил Германии; 3 – британское Национальное приложение к [4]; 4 – [2], [3] и [5]; 5 – [1] и свод правил Чешской Республики.

тия в зависимости от грузовой площади, определяемых по различным нормативным документам. При этом наименьшие значения коэффициентов регламентировано нормами [2], [3] и [5].

2. Наблюдаются существенные расхождения в значениях коэффициентов η_1 , ψ_n , φ_3 , α_n снижения полезной нагрузки на колонны и фундаменты многоэтажных зданий в зависимости от их этажности, определяемых по различным нормативным документам.

3. В национальном приложении Республики Беларусь [5] к [4] не приводятся сведений о том, можно ли применять коэффициенты α_A и α_n одновременно с формулами для составления комбинаций усилий, приведенными в приложении А норм Республики Беларусь по расчету железобетонных конструкций [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Нагрузки и воздействия: СНиП II-6-74 /Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1976. – 60 с.
2. Нагрузки и воздействия: СНиП 2.01.07-85 /Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 36 с.
3. Нагрузки и воздействия: Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85: СП 20.13330.2011. /Минрегион РФ.– М.: ОАО «ЦПП», 2011. – 80 с.
4. EN 1991-1-1-2001. Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-1: General actions - Densities, self-weight, imposed loads for buildings. – Brussels, CEN, 2002. – ??? p.
5. Воздействия на конструкции: СТБ EN 1991-1-1-2007. Еврокод 1. – Часть 1-1: Общие воздействия. Удельный вес, постоянные и временные нагрузки на здания. – Минск: Госстандарт Республики Беларусь, 1997. – 28 с.
6. Бетонные и железобетонные конструкции: СНБ 5.03.01-02. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2003. – 140 с. – С изм. №1-№5.
7. Руководство для проектировщиков к Еврокоду 1: Воздействия на сооружения. Стандарты EN 1991-1-1 и 1-3-1-7 /Х.Гульванесян, П.Формичи, Ж.-А. Калгаро при участии Д.Хардинга. – М.: МГСУ, 2011. – 344 с.