

УДК 624.042

**Сравнительный анализ расчета ветровой нагрузки
по СНиП 2.01.07–85* и ТКП EN 1991-1-4–2009
для одноэтажного производственного здания**

Супранович А.А.

(Научный руководитель – Рябов А.Г.)

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Введение

Целью данной работы является сравнение расчёта ветровой нагрузки по двум нормативным документам СНиП 2.01.07–85* и ТКП EN 1991-1-4–2009.

Вначале рассмотрим ключевые моменты расчета ветровой нагрузки по каждому документу.

Согласно [1] ветровую нагрузку следует определять, как сумму статической и динамической составляющих:

$$w = w_m + w_p, \quad (1)$$

где w_m – нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки на высоте z над поверхностью земли,

w_p – нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки на высоте z .

Согласно [2] ветровую нагрузку можно определять как ветровое давление на поверхность или ветровое усилие, соответственно по формулам:

$$w_e = q_p(z) \cdot c_p \quad (2)$$

$$F_w = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref}, \quad (3)$$

где $q_p(z)$ – пиковое значение скоростного напора ветра;

z – базовая высота по разделу 7,

c_p – аэродинамический коэффициент давления по разделу 7,
 $c_s c_d$ – конструкционный коэффициент,
 c_f – аэродинамический коэффициент усилия для конструкции или конструктивного элемента,
 A_{ref} – базовая площадь конструкции или конструктивного элемента.

В зависимости от шероховатости местности в документе [1] различают три типа местности:

A – открытые побережья морей, озер и водохранилищ, пустыни степи, лесостепи, тундра;

B – городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м;

C – городские районы с застройкой зданиями высотой более 25 м.

В то же время в зависимости от параметра шероховатости в документе [2] различают пять типов местности:

0 – моря или открытые побережья морей;

I – озера или плоская местность с незначительной растительностью без преград;

II – открытая местность с низкой, как трава, растительностью и изолированным отдельно стоящими преградами (деревьями, зданиями), расстояние между которыми на превышает 20-кратного значения их высот;

III – тип местности с равномерной растительностью или зданиями или преградами, расстояние между которыми не превышает 20-кратного значения их высот (деревни, пригородные зоны, протяженные лесные массивы)

IV – территории, в пределах которых, по крайней мере, 15% поверхности покрыто зданиями, высота которых превышает 15 м.

При расчете ветровой нагрузки в документе [1] динамика учитывается пульсационной составляющей w_p . За динамическую составляющую ветровой нагрузки по [2] отвечает конструкционный коэффициент $c_s c_d$. Конструкционный коэффициент $c_s c_d$ учитывает возможность одновременного возникновения пиковых значений скоростного напора ветра по всей поверхности (составляющая c_s),

а также влияние резонансных колебаний сооружения вследствие турбулентности ветра (составляющая c_d).

В соответствии с [1] коэффициент надежности по ветровой нагрузке γ_f равен 1,4, в [2] нет такого понятия как коэффициент надежности по ветровой нагрузке, в свою очередь для всех переменных нагрузок используется коэффициент γ_f равный 1,5.

Сравнительный анализ расчета ветровой нагрузки

Исходные данные:

Объект – одноэтажное производственное здание

Пролет здания – 36 м.

Шаг колонн – 12 м.

Количество шагов – 5

Тип местности – В

Район строительства – I

Высота здания в коньке – 18.420 м

Высота верха колонны – 18.150 м

Расчет произведен для рамы в средней части здания.

Нахождения ветровой нагрузки по [1] состоит из определения средней составляющей, потому что согласно п. 6.2.[1] при расчете многоэтажных зданий высотой до 40 м и одноэтажных производственных зданий высотой до 36 м при отношении высоты к пролету менее 1,5 размещаемых в местностях типов А и В, пульсационную составляющую допускается не учитывать. Схема расчета w_m представлена на рисунке 1.

Расчет ветровой нагрузки по документу [2] выполнен по ветровому давлению. Схема расчета приведена на рисунке 2

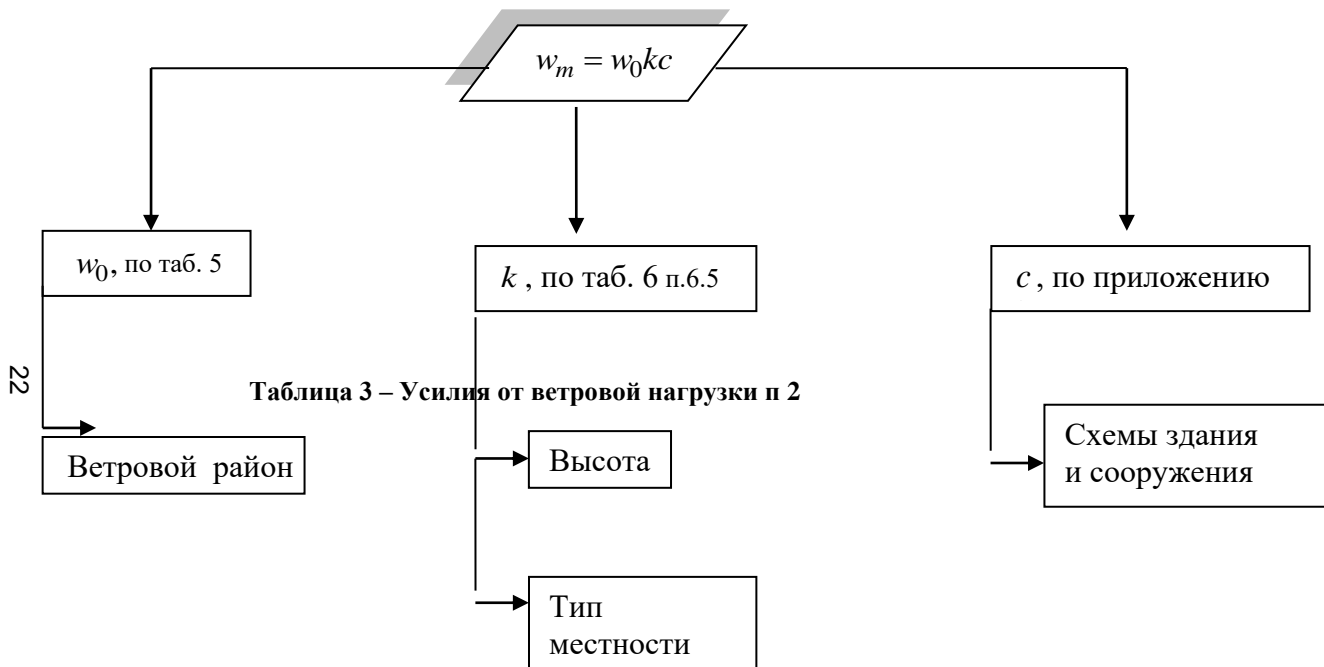


Рисунок 1 – Схема определения средней составляющей по [1]

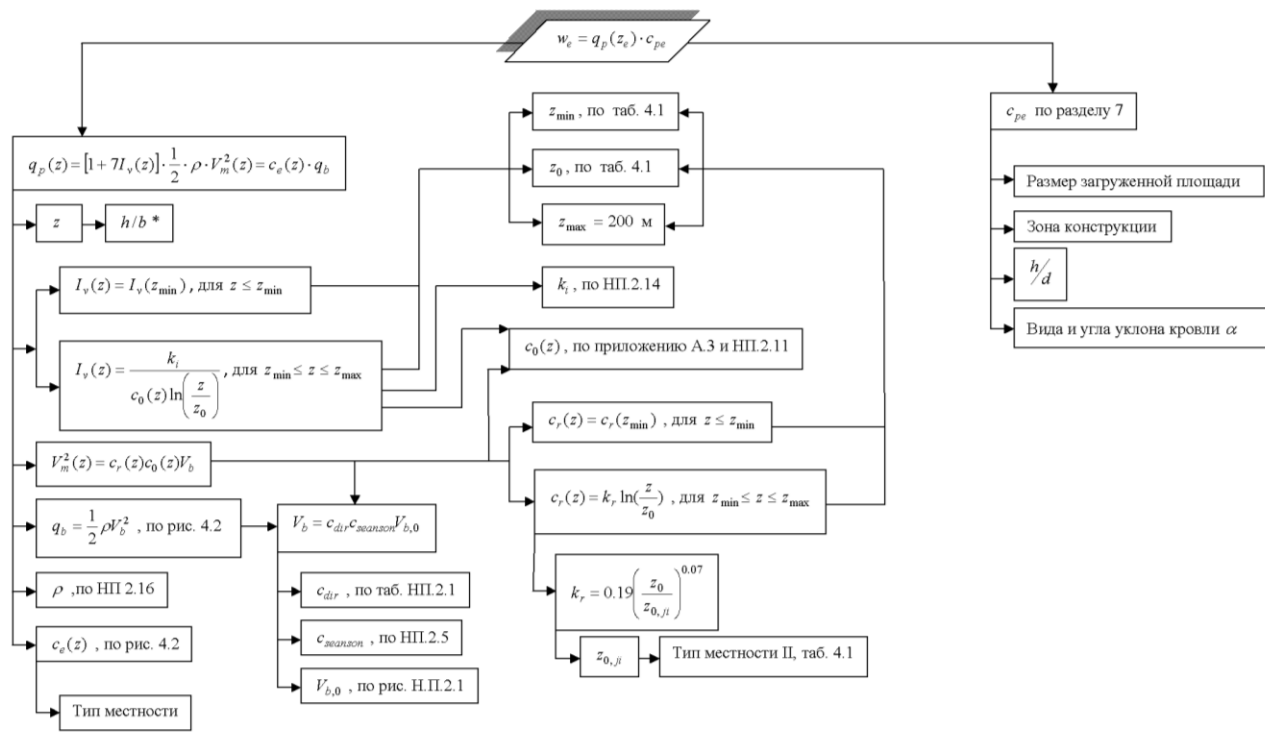


Рисунок 1 – Схема определения ветрового давления по [2]

Для простоты расчета принято сечение рамы в виде двугавра № 30.

Значения аэродинамических коэффициентов приняты в соответствии с [1] и [2] и представлены на рисунках 3 и 4.

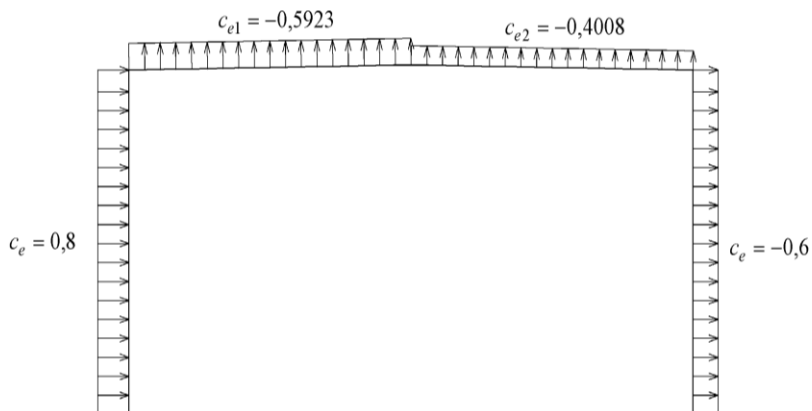


Рисунок 3 – Аэродинамический коэффициент по [1]

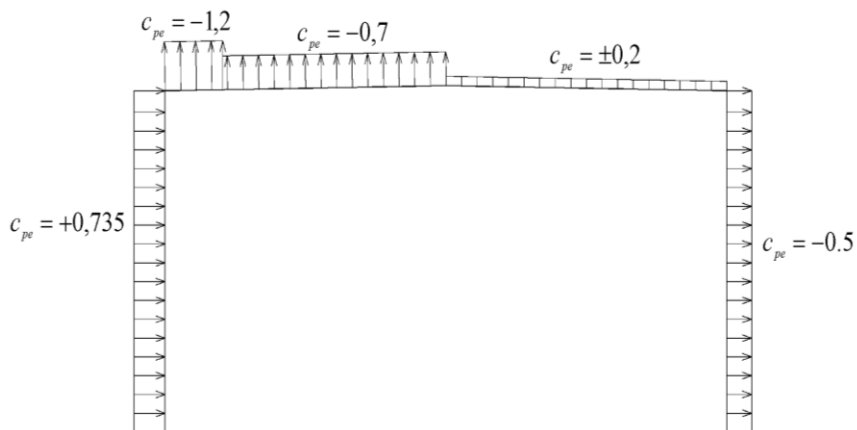


Рисунок 4 – Аэродинамический коэффициент по [2]

Выполнив расчет по [1] и [2] получены следующие значения нагрузки (рисунки 5 и 6).

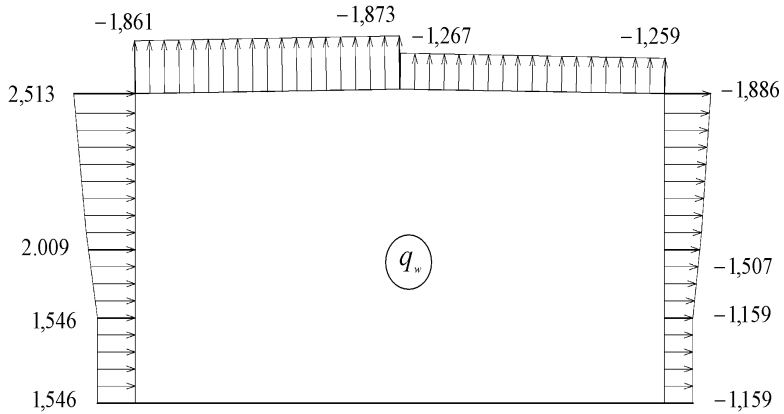


Рисунок 5 – Ветровая нагрузка по [1] в кН/м

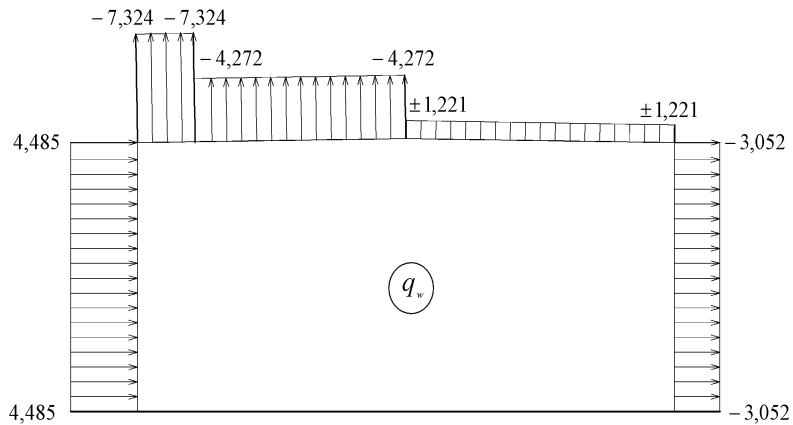


Рисунок 6 – Ветровая нагрузка по [2] в кН/м

Расчет рамы здания произведен с помощью программного комплекса Лира 9.2. Расчетная схема рамы представлена на рисунке 7. В результате расчета получены усилия, которые приведены в таблице 1 и 2.

Проанализировав всё выше изложенное по расчёту одноэтажного производственного здания можно отметить, что усилия в элементах

рамы при расчёте [1] значительно меньше усилий, полученных по результатам расчёта [2]. Разница объясняется большим заложенным запасом надёжности в методике расчёта [2], а так же различными расчётными условиями, в частности базовой скоростью ветра, которая в соответствии с [1] равна 19,37 м/с, а по [2] – 24 м/с.

Попытавшись приблизить расчётные условия по двум выше перечисленным нормативным документам, был произведён расчёт в соответствии с документом [1] при условии, что базовая скорость ветра равна 24 м/с. В результате были получены значения усилий в раме. Проанализировав которые, можно сделать выводы о том, что при приведении базовой скорости к единому значению, методики расчёта по [1] и [2] дают более близкие значения усилий (таблица 3).

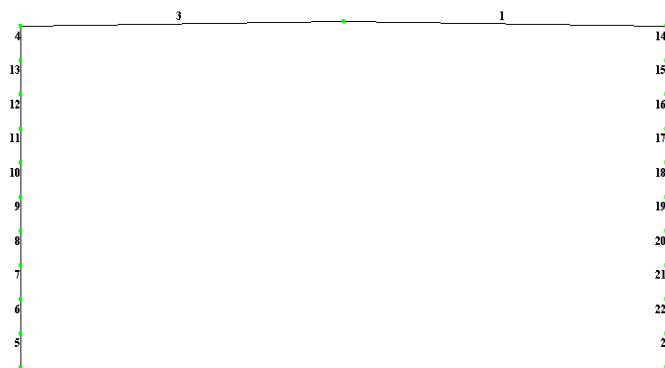


Рисунок 7 – Расчетная схема (ПК Лира 9.2)

Таблица 1 – Усилия от ветровой нагрузки по [1]

№ элемента	№ сечения	Усилия					
		N (кН)	Mк (кН*м)	Mу (кН*м)	Qz (кН)	Mz (кН*м)	Qy (кН)
2	1	-1.168	0.000	-253.6	-40.970	0.000	0.000
2	2	-2.677	0.000	-333.013	-46.509	0.000	0.000
4	1	66.936	0.000	-315.134	-17.025	0.000	0.000
4	2	68.446	0.000	-338.646	-8.884	0.000	0.000
5	1	53.352	0.000	561.334	-90.287	0.000	0.000
5	2	54.862	0.000	404.850	-82.147	0.000	0.000
14	1	10.380	0.000	8.435	8.884	0.000	0.000
14	2	10.907	0.000	19.533	3.345	0.000	0.000

Таблица 2 – Усилия от ветровой нагрузки по [2]

№ элемента	№ сечения	Усилия					
		N (кН)	Mk (кН*м)	Mu (кН*м)	Qz (кН)	Mz (кН*м)	Qu (кН)
2	1	-7.728	0.000	-140.998	-20.892	0.000	0.000
2	2	-9.237	0.000	-180.826	-22.995	0.000	0.000
4	1	19.033	0.000	-135.143	-7.750	0.000	0.000
4	2	20.542	0.000	-145.194	-3.291	0.000	0.000
5	1	5.448	0.000	263.638	-38.336	0.000	0.000
5	2	6.958	0.000	196.605	-35.530	0.000	0.000
14	1	5.857	0.000	21.345	3.291	0.000	0.000
14	2	4.347	0.000	24.259	-0.055	0.000	0.000

Таблица 3 – Усилия от ветровой нагрузки по [1]
с базовой скоростью ветра 24 м/с

№ элемента	№ сечения	Усилия					
		N (кН)	Mk (кН*м)	Mu (кН*м)	Qz (кН)	Mz (кН*м)	Qu (кН)
2	1	3.262	0.000	-201.757	-28.772	0.000	0.000
2	2	1.752	0.000	-256.895	-31.986	0.000	0.000
4	1	37.761	0.000	-238.414	-14.976	0.000	0.000
4	2	39.271	0.000	-259.460	-8.164	0.000	0.000
5	1	24.177	0.000	421.987	-61.694	0.000	0.000
5	2	25.687	0.000	313.902	-57.409	0.000	0.000
14	1	16.846	0.000	-5.102	8.164	0.000	0.000
14	2	15.337	0.000	5.044	3.055	0.000	0.000

Литература

1. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия. – М.: ФГУП ЦПП, 2006.
2. ТКП EN 1991-1-4:2009. Еврокод 1. Воздействие на конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия. – Минск: МАиС, 2010.
3. Руководство по расчёту зданий и сооружений на действие ветра. – М.: Стройиздат, 1978. ... с./Центр.науч. – исслед. ин – т строит. конструкций им. В.А. Кучеренко.
4. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения/ Под общей ред. А.В. Перельмутера. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007.
5. Лира 9.2. Примеры расчёта и проектирование. Учебное пособие/ М.С. Барабаш, Ю.В. Гензерский, Д.В. Марченко, В.П. Титок. – Киев: “Факт”, 2005.