

Список цитированных источников:

1. Кодекс Республики Беларусь о земле [Электронный ресурс]: 23 июля 2008 г., № 425-3 : принят Палатой представителей 17 июня 2008 г. : одобр. Советом Респ. 28 июня 2008 г. : в ред. Закона Респ. Беларусь от 4 янв. 2014 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2014. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/main.aspx?guid=6361>. – Дата доступа: 21.04.17.

2. Понятие земельно-информационные системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mydocx.ru/9-77451.html>. – Дата доступа: 13.02.16.

3. Безбарьерная среда в Беларуси будет создана по всему маршруту передвижения инвалидов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belta.by/society/view/bezbarjernaja-sreda-v-belarusi-budet-sozdana-po-vsemu-marshrutu-peredvizhenija-invalidov-164167-2015/> – Дата доступа: 05.12.16.

УДК 624.012

Каштелян М.Э.

Научный руководитель: к.т.н. Шалобыта Н.Н.

ОЦЕНКА УСИЛИЙ В РАМАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ПО РАЗЛИЧНЫМ НОРМАМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В настоящее время в Республике Беларусь введены в действие европейские нормы по проектированию строительных конструкций (ТКП EN) [1, 2, 3]. В связи с этим представляет интерес вопрос сопоставления расчетов по различным ТНПА и, как следствие, возможность использования при строительстве имеющейся номенклатуры изделий из соответствующей разработанной базы типовых серий сборного железобетона.

В данной статье приводится сопоставление только усилий, полученных из статического расчета для сельскохозяйственных зданий, выполненных по рамной схеме из сборных элементов типовой серии 1.822.

С целью уменьшения объёма статьи остановимся на отличительных особенностях подсчета нагрузок для рамной схемы здания в соответствии с ТКП EN 1990 [1] и ТКП EN 1991 [2, 3]. Данные определения нагрузок по СНиП [4] условно не приводятся.

При проектировании сельскохозяйственных зданий наиболее распространены стоечно-балочные и рамные схемы каркасов.

Достоинствами стоечно-балочной системы являются:

- простота монтажа конструкций;
- возможность проектирования пролета любой ширины.

Достоинствами рамной системы являются:

- отсутствие сетки колонн;
- возможность свободного расположения современного технологического оборудования.

Оба типа каркасов применяются в сельском строительстве, чаще всего это коровники, доильно-молочные блоки, свинарники, здания подсобно-вспомогательных служб и т. д.

В рамных системах используются полурамы серий 1.822-2 (рисунок 1) со сплошным поперечным сечением и 1.800 – РЖ с тавровым и двутавровым поперечным сечением.

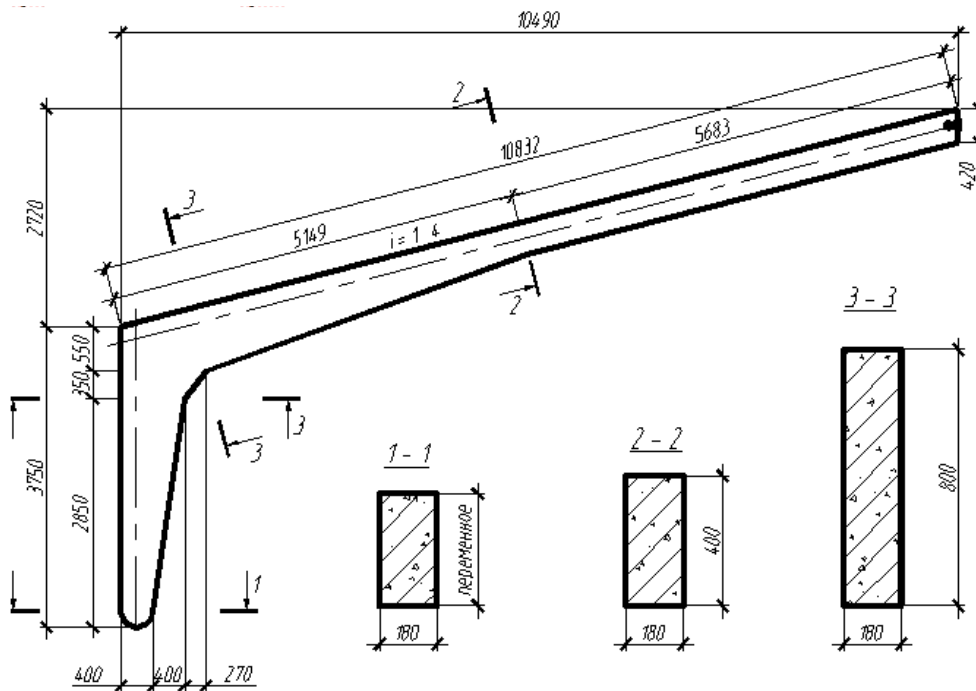


Рисунок 1 – Полурама со сплошным поперечным сечением по серии 1-822-2

Подсчет снеговых нагрузок в соответствии с ТКП EN 1991-1-3[2]. Расчетное значение переменного (снегового) воздействия на покрытие согласно нормам определяется по формуле

$$Q_{sd}^s = q_{sk}^s \cdot \gamma_f \cdot B, \text{ кН/м}, \quad (1)$$

здесь q_{sk}^s — снеговая нагрузка на покрытие, определяемая

$$q_{sk}^s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{sk}, \text{ кН/м}^2, \quad (2)$$

где μ_i — коэффициент формы снеговых нагрузок (таблица 5.2) [2];

C_e — коэффициент окружающей среды (п.5.2.7) [2];

C_t — температурный коэффициент (п.5.2.8) [2];

s_{sk} — характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт, определяемое согласно таблице НП.1.1 [2];

B — шаг поперечных рам.

Подсчет ветровых нагрузок по ТКП EN 1991-1-4 [3]. Внешнее (наружное) ветровое давление на отдельную поверхность на высоте z_e определяется по формуле (5.1) [3].

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}, \text{ кН/м}, \quad (3)$$

где $q_p(z_e)$ — пиковое значение скоростного напора ветра;

z_e — базовая высота для внешнего давления;

c_{pe} — аэродинамический коэффициент внешнего давления.

Значение пикового скоростного ветрового давления на высоте z (п.4.5) [3]

$$q_p(z) = [1 + 7l_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_{air} \cdot v_m^2(z) \quad (4)$$

здесь $l_v(z)$ — интенсивность турбулентности на высоте z_e , (п 4.4) [3], согласно условию $z_{min} \leq z_e \leq z_{max}$ определяется по формуле

$$l_v(z) = \frac{k_i}{c_0(z) \cdot \ln \cdot (z_e/z_0)}, \quad (5)$$

где z_{\min} — принимается согласно таблице 4.1 [3];
 z_{\max} — равен 200 м, (п.4.3.2) [3];
 k_i — коэффициент турбулентности (таблица НП2(2.14)) [3];
 $c_0(z)$ — орографический коэффициент (таблица НП2(2.11)) [3];
 v_m^2 — средняя скорость ветра на высоте z_e над уровнем земли, зависящая от шероховатости местности, орографии и базового значения скорости ветра v_b ;

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b, \quad (6)$$

где $c_r(z)$ — коэффициент, учитывающий тип местности

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln \cdot \left(\frac{z_e}{z_0} \right), \quad (7)$$

где z_0 — параметр шероховатости (таблица 4.1)[3];

k_r — коэффициент местности, зависящий от параметра шероховатости z_0 , определяется по формуле

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,ji}} \right)^{0,07}, \quad (8)$$

где $z_{0,ji}$ — принимается согласно таблице 4.1 [3];

Значение среднего (базового) скоростного напора

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho_{air} \cdot v_b^2, \quad (9)$$

ρ_{air} — плотность воздуха (п.4.5) [3];

Значение базовой скорости ветра

$$v_b = c_{dir} \cdot v_{b,0} \cdot c_{season}, \quad (10)$$

где $v_{b,0}$ — основное значение базовой скорости ветра (рисунок НП.2.1) [3];

c_{dir} — коэффициент, учитывающий направление ветра (п.4.2) [3];

c_{season} — сезонный коэффициент (таблица НП2(2.5)) [3].

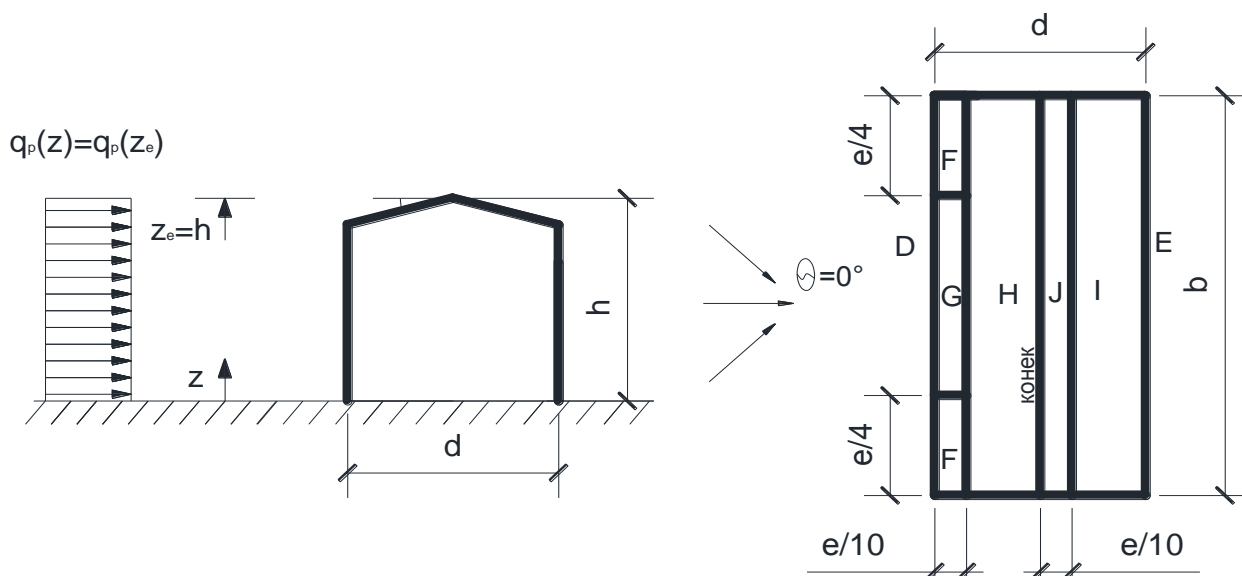
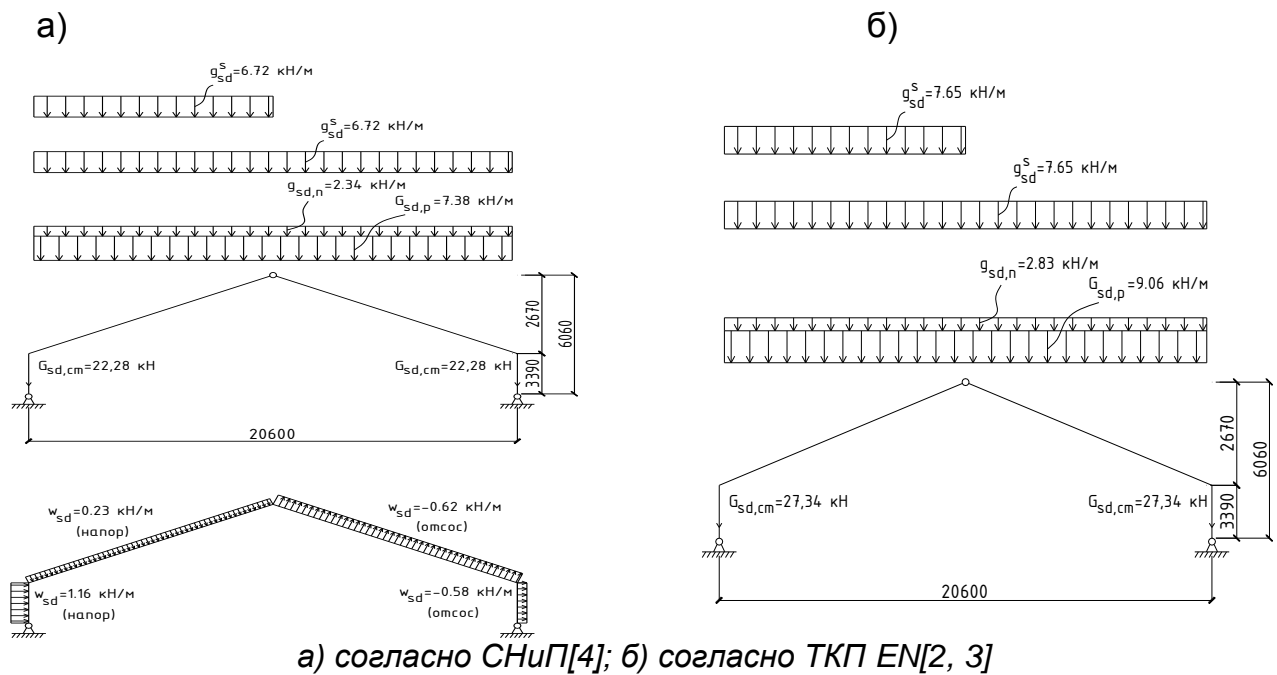


Рисунок 2 – Распределение ветрового давления на раму здания в соответствии с ТКП EN1991-1-4[3]



а) согласно СНиП[4]; б) согласно ТКП EN[2, 3]

Рисунок 3 – Расчетная схема поперечной рамы с действующими нагрузками

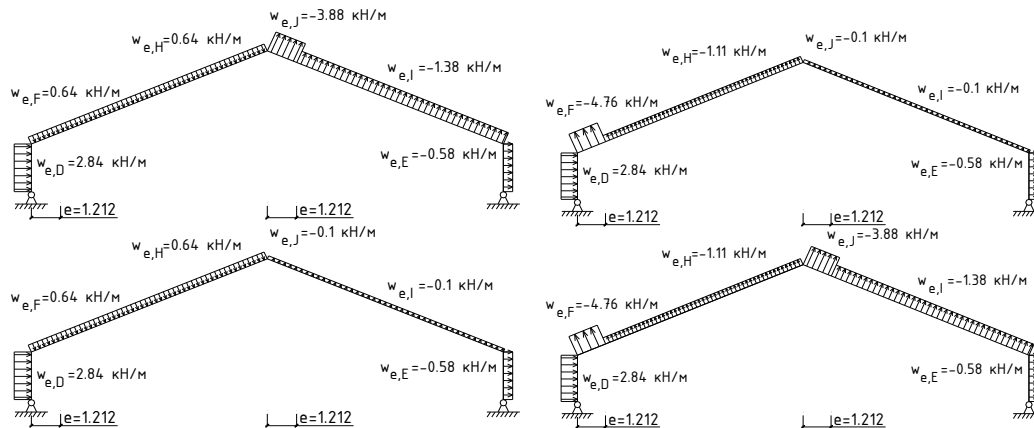


Рисунок 4 – Расчетная схема поперечной рамы с действующими ветровыми нагрузками по ТКП EN 1991[3]

Статический линейно-упругий расчет рамы выполнялся и верифицировался с использованием программных комплексов Лира САПР 2014 ID 742940397 (2C485EEDh). Пространственная конечно-элементная модель формировалась согласно чертежей, представленных в серии 1.822-2. Расчетная модель включает в себя только несущие элементы рамы — две полурамы, соединенные между собой в карнизном узле шарнирно. В соответствии с ТКП EN 1990 [1] и обязательным приложением «А» СНБ 5.03.01-02 [5] (с учетом изменений №1–5) расчетные значения приведенных нагрузок объединены в основные комбинации, из которых выбирались самые неблагоприятные:

— первое основное сочетание

$$\sum_j (\gamma_{G,j} \cdot G_{k,j}) + \sum_{i=1} (\gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} Q_{k,i}),$$

— второе основное сочетание

$$\sum_j (\xi \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j}) + \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i} + \sum_{i>1} (\gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} Q_{k,i}),$$

где $G_{k,i}$ — нормативные значения постоянных нагрузок; $Q_{k,1}$ — нормативное значение доминирующей переменной нагрузки; $Q_{k,i}$ — нормативные значения сопутствующих переменных нагрузок; $\gamma_{G,i}$ — частный коэффициент безопасности для постоянных нагрузок, согласно ТКП EN 1990 и СНБ 5.03.01–02 – $\gamma_{G,i} = 1.35$; $\gamma_{Q,i}$ — частный коэффициент безопасности для переменных нагрузок, согласно ТКП EN 1990 и СНБ 5.03.01–02 – $\gamma_{Q,i} = 1.5$; $\psi_{0,i}$, $\psi_{1,1}$, $\psi_{2,i}$ — коэффициенты сочетаний переменных нагрузок, принимаемые по таблице А.1; ξ — коэффициент уменьшения для неблагоприятно действующей постоянной нагрузки, принимаемый равным 0,85.

Сочетания нагрузок учтены в результате составления расчетной схемы при статическом расчете с использованием Лира САПР 2014 ID 742940397 (2C485EEDh), результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сопоставление усилий по СНиП и ТКП EN

Усилия		Значения максимальных усилий согласно			%
		СНиП		ТКП EN с учетом ветровой нагрузки	
		без учета ветровой нагрузки	с учетом ветровой нагрузки		
в карнизном узле	M_{sd}	502,4	502,4	506,55	0,82
	N_{sd}	196,8	196,8	204,3	3,68
в ригеле	M_{sd}	69,1	70,8	71,8	1,39
	N_{sd}	187,3	187,3	183,8	-1,87
на обрезе фунда- мента	V_{sd}	148,2	148,2	154,4	4,02

Вывод. Для всех климатических районов Республики Беларусь по снеговой и ветровой нагрузке, несмотря на изменение величины характеристического значения снеговой и ветровой нагрузки, возможно использовать при проектировании зданий сельскохозяйственного назначения рамных систем из двух полурам по имеющимся типовым сериям, разработанным ранее.

Список цитированных источников

1. Еврокод. Основы проектирования строительных конструкций: ТКП EN 1990-2011 (02250) с изменением №1. – Введ. 01.07.2012. - Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2012. – 86 с. – Технический кодекс установившейся практики.

2. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–3: Общие воздействия. Снеговые нагрузки: ТКП EN 1991-1-3-2009 (02250) с изменением №2. – Введ. 23.10.2009. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2009. – 42 с. – Технический кодекс установившейся практики.

3. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–4: Общие воздействия. Ветровые воздействия: ТКП EN 1991-1-4-2009 (02250) с изменением №2. – Введ. 23.10.2009. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 120 с. – Технический кодекс установившейся практики.

4. Строительные нормы и правила. Нагрузки и воздействия: СНиП 2.01.07-85* с изменением №1. – Введ. 01.07.2004. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2004. – 5 с.

5. Бетонные и железобетонные конструкции: СНБ 5.03.01–02. – С изменениями №1, 2, 3, 4, 5 – Минск: Стройтехнорм, 2002. – 274 с.