

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ФЕРМ ПОКРЫТИЙ ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ В ТОРЦЕВЫХ СВЯЗЕВЫХ БЛОКАХ С УЧЕТОМ ВЕТРОВОГО ДАВЛЕНИЯ В ТОРЕЦ ЗДАНИЯ

Сингаевский П.М., к.т.н., доцент,
mdipk@ukr.net, ORCID: 0000-0003-1268-414X

Купченко Ю.В., к.т.н., доцент,
steelconpro@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1480-6884

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Аннотация. В статье авторы исследуют вопрос влияния ветровой нагрузки в торец здания на напряженно-деформированное состояние ферм покрытия в торцевых связевых блоках. Традиционно, для восприятия ветрового давления в торец здания, в уровне нижних поясов ферм покрытия, посредством листовых шарниров на фахверковых колоннах устраивались горизонтальные связевые фермы. Поясами этих связевых ферм были нижние пояса самих ферм покрытия, а решетка проектировалась дополнительно. Далее, опорные реакции горизонтальных связевых ферм от ветровой нагрузки, через связи в плоскости колонн, передавались на фундамент. Однако, вопрос о том, что нижний пояс фермы покрытия выполняет функции пояса и связевой фермы и что усилия от вертикальной нагрузки в нем суммируются – не рассматривался.

Ключевые слова: ферма покрытия, листовый шарнир, связевой блок, нагрузка, опорная реакция, фахверк.

Введение. Авторы этой работы делают попытку оценки влияния ветрового давления в торец промздания на напряженно-деформированное состояние ферм покрытия в торцевых связевых блоках.

Анализ последних исследований и публикаций. Примеров публикаций в литературных источниках оценки влияния ветрового давления в торец здания на напряженно-деформированное состояние ферм покрытий в связевых торцевых блоках не обнаружено.

Целью работы является разработка методики количественной оценки влияния ветрового давления в торец промзданий на напряженно-деформированное состояние ферм покрытия в торцевых связевых блоках.

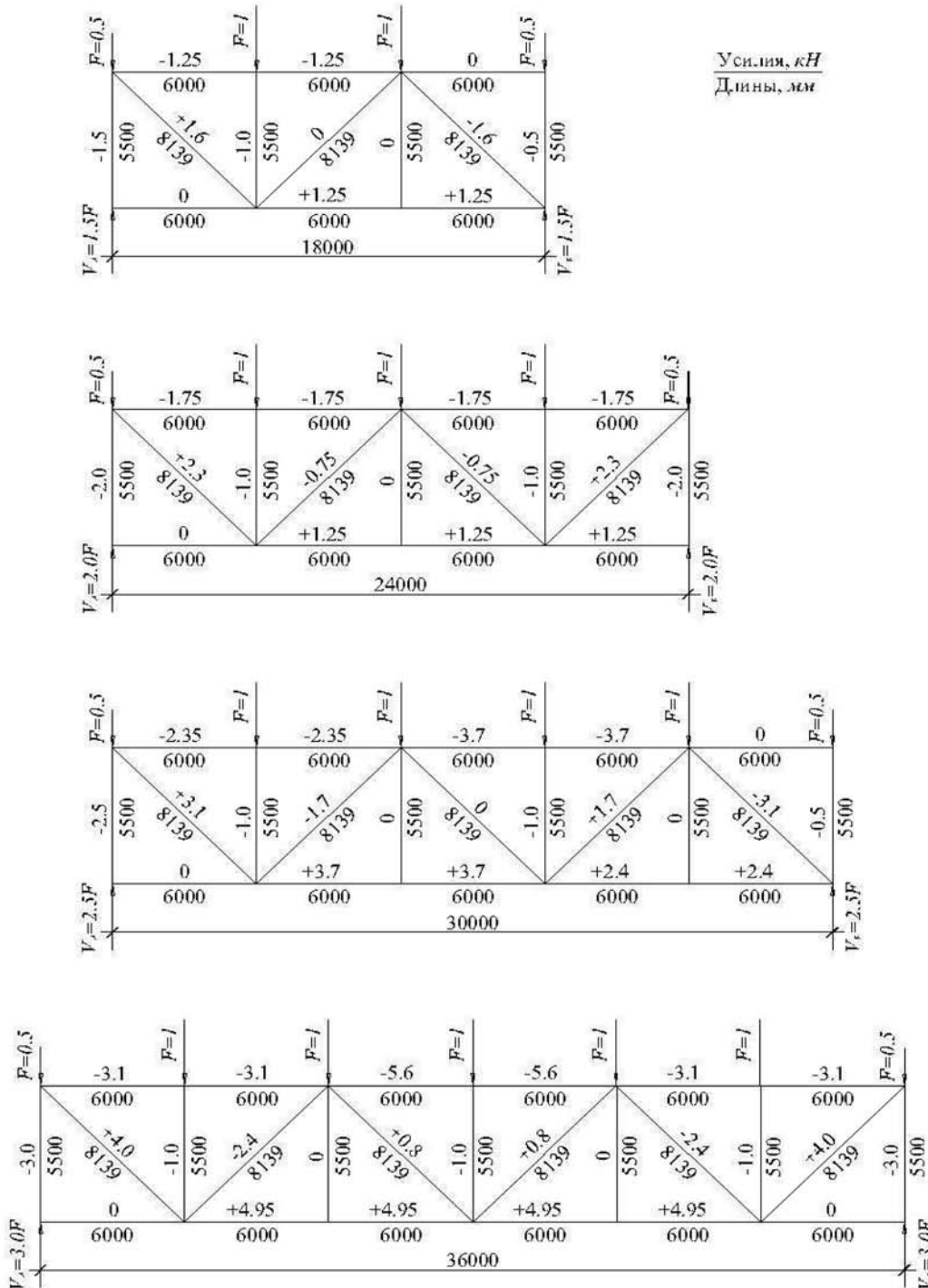
Результаты исследований. Определим усилия в связевых фермах по нижним поясам ферм покрытия от единичных сосредоточенных сил ветрового давления в торец промздания, приложенных в узлах нижнего пояса стропильных ферм (в уровне листовых шарниров на фахверковых колоннах по торцам здания).

На рис. 1 приведены геометрические схемы связевых ферм по нижним поясам ферм покрытия с усилиями в их элементах от единичной узловой нагрузки ветрового давления в торец промздания для типовых пролетов 18, 24, 30 и 36 м. Располагая единичными усилиями в элементах связевых ферм для любых типовых пролетов легко оценить влияние ветрового давления в торец промздания на напряженно-деформированное состояние ферм покрытия в связевых торцевых блоках.

Исследование проводим для промздания со следующими исходными данными:

1. Район строительства – г. Краматорск;
2. Пролет рамы $L = 36$ м;
3. Шаг рам $B = 6$ м;
4. Шаг колонн торцевого фахверка $B_{\phi} = 6$ м;
5. Характеристическое значение ветрового давления $w_0 = 47$ кН/м² [2];
6. Высота помещения цеха $H_0 = 12$ м;

7. $\gamma_{fm} = 1.035$ – коэффициент надежности по предельному расчетному значению ветровой нагрузки [2];
8. $\gamma_n = 0.95$ – коэффициент надежности по назначению [4];
9. C_{h1} – коэффициент высоты сооружения [2], на высоте $0.5 \cdot H_0 = 0.5 \cdot 12 = 6$ м значение $C_{h1} = 1.65$;
10. C_{h2} – коэффициент высоты сооружения [2], на высоте $H_0 + h_{\phi} = 12 + 3.5 = 15.5$ м значение $C_{h2} = 2.0$;
11. $h_{\phi} = 3.5$ м – высота фермы покрытия с ориентировочной высотой парапетной стенки;
12. $R_y = 240$ МПа – расчетное сопротивление стали принятого класса прочности [1].



Тогда фактическое узловое ветровое давление в торец здания (рис. 2) будет:

$$F = w_0 \cdot \gamma_{fm} \cdot \gamma_n \cdot 0.5 \cdot (C_{h1} + C_{h2}) \cdot B_{\phi} \cdot (0.5 \cdot H_0 + h_{\phi}) = \\ = 0.47 \cdot 1.035 \cdot 0.95 \cdot 0.5 \cdot (1.65 + 2.0) \cdot 6 \cdot (0.5 \cdot 12 + 3.5) = 48.1 \text{ кН.} \quad (1)$$

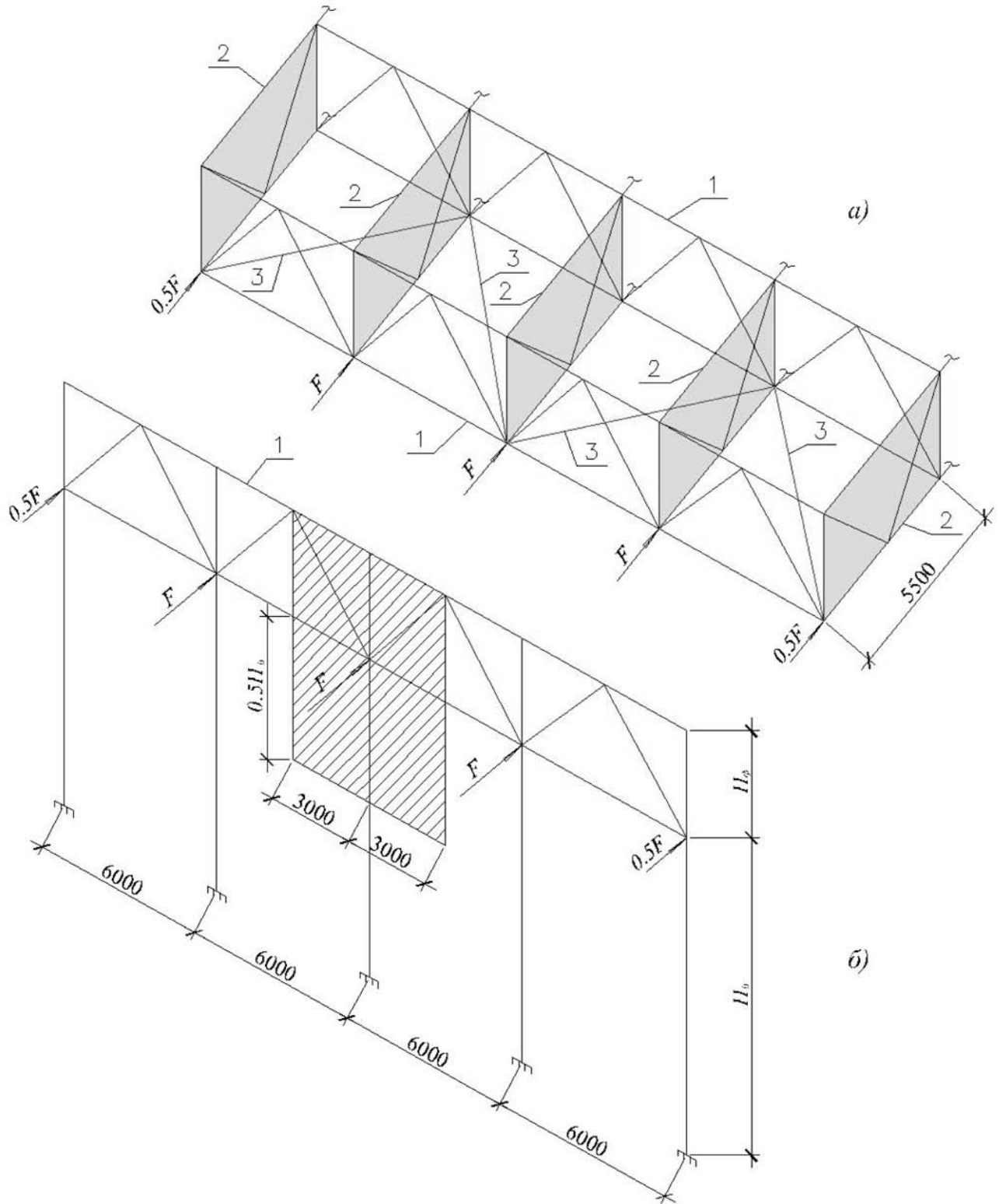


Рис. 2. Схема распределения ветрового давления в торец промздания по конструкциям каркаса

a – схема торцевого связевого блока; *б* – доля ветрового давления в торец промздания, приходящаяся в уровень горизонтальной связевой фермы по нижним поясам ферм покрытия

1 – фермы покрытия; 2 – вертикальные связи между фермами; 3 – раскосы горизонтальной связевой фермы по нижним поясам ферм покрытия

Для связевой фермы пролетом 36 м (рис. 1) максимальное растягивающее усилие в поясе от единичной горизонтальной узловой нагрузки соответствует 4.95, а фактическое $4.95 \cdot F = 4.95 \cdot 48.1 = 238.1$ кН. Усилие в нижнем поясе фермы покрытия в этом примере составляет 1104.5 кН, а сечение было принято из т 17.5 ШТ1, $A = 47.5$ см², условие прочности $N/(A \cdot R_y) = 1104.5/(47.5 \cdot 24) = 0.97 < 1$.

Увеличение усилия в нижнем поясе ферм покрытия в связевом торцевом блоке за счет ветрового давления в торец промздания на величину 238.1 кН привело к суммарному $N = 1104.5$ кН + 238.1 кН = 1324.6 кН.

Следует заметить, что функцию пояса связевой фермы выполняет сам нижний пояс фермы покрытия, сечение которого в примере принято из т 17.5 ШТ1 с площадью сечения $A = 47.5$ см². Совмещение двух функций в одном элементе привело к изменению напряженного состояния $N/(A \cdot R_y) = 1324.6/(47.5 \cdot 24) = 1.27 > 1$.

Выводы:

1. К фермам покрытия промышленных зданий в торцевых связевых блоках следует особый подход в оценке напряженно-деформированного состояния в них.
2. Предлагаемая методика позволяет просто дать оценку напряженно-деформированному состоянию ферм покрытия типовых пролетов промзданий в связевых торцевых блоках.

Литература

1. ДБН В.2.6 – 198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. – [чинні від 2015-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 199 с. (Державні будівельні норми України).
2. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. – [чинні від 2007-01-01]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 75 с. (Державні будівельні норми України).
3. Нілов О.О. Металеві конструкції / О.О. Нілов, В.О. Пермяков, С.І. Білик, О.В. Шимановський, І.Д. Белов, Л.І. Лавриненко, В.О. Володимирський / – К.: Сталь, 2010. – 869 с.
4. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. – [чинні від 2019-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 30 с. (Державні будівельні норми України).

References

- [1] DBN V.2.6–198:2014. *Stal'nyye konstruksii. Normy proyektirovaniya* [chynni vid 2015-01-01]. K.: Minrehion Ukrainy, 2014.
- [2] DBN V.1.2-2:2006. *Navantazhennia i vplyvy. Normy proyektirovaniya* [chynni vid 2007-01-01]. K.: Minbud Ukrainy, 2006.
- [3] O.O. Nilov, V.O. Permyakov, S.I.Bilyk, O.V. Shymanovs'kyu, I.D. Byelov, L.I. Lavrynenko, V.O. Volodymyrs'kyu, *Metalevi konstruksiyi*, Kyev: Stal', 2010.
- [4] DBN V.1.2–14:2018. *Systema zabezpechennya nadiynosti ta bezpeky budivel'nykh ob'yektiv. Zahal'ni pryntsypy zabezpechennya nadiynosti ta konstruktivnoyi bezpeky budivel' i sporud* [chynni vid 2019-01-01]. K.: Minrehion Ukrainy, 2018.

ОЦІНКА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ФЕРМ ПОКРИТТІВ ОДНОПОВЕРХОВИХ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ В ТОРЦЕВИХ В'ЯЗЕВИХ БЛОКАХ З ВРАХУВАННЯМ ВІТРОВОГО ТИСКУ В ТОРЕЦЬ БУДІВЛІ

Сінгаївський П.М., к.т.н., доцент,

mdipk@ukr.net, ORCID: 0000-0003-1268-414X

Купченко Ю.В., к.т.н., доцент,

steelconpro@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1480-6884

Одеська державна академія будівництва та архітектури

Анотація. У статті автори досліджують питання впливу вітрового навантаження у торець будівлі на напружено-деформований стан ферм покриття у торцевих в'язевих блоках. Традиційно, для сприйняття вітрового тиску у торець промислової будівлі, в рівні нижніх поясів ферм покриття, за допомогою листових шарнірів на фахверкових колонах улаштовувались горизонтальні в'язеві ферми. Поясами цих в'язевих ферм були нижні пояси самих ферм покриття, а решітка проектувалась додатково. Далі, опорні реакції горизонтальних в'язевих ферм від вітрового навантаження, через в'язи у площині колон, передавались на фундаменти.

При цьому, питання про те, що нижній пояс ферм покриття виконує функцію пояса в'язевої ферми і що зусилля від вертикального навантаження і вітрового горизонтального навантаження підсумовуються – не розглядалось. Тому необхідно оцінити вплив вітрового тиску в торець промислової будівлі на напружено-деформований стан ферм покриття в торцевих в'язевих блоках.

Авторами розробляється методика кількісної оцінки впливу вітрового тиску в торець промислових будівель на напружено-деформований стан ферм покриття в торцевих в'язевих блоках.

Визначаються зусилля у в'язевих фермах по нижніх поясах ферм покриття від одиничних зосереджених сил вітрового тиску в торець промислової будівлі, які прикладені у вузлах нижнього поясу кроквяних ферм – в рівні листових шарнірів на фахверкових колонах по торцях будівлі.

Розглядаються геометричні схеми в'язевих ферм по нижніх поясах ферм покриття із зусиллями в їх елементах від одиничного вузлового навантаження вітрового тиску в торець промислової будівлі для типових прольотів 18, 24, 30 і 36 м. Отримавши одиничні зусилля в елементах в'язевих ферм для будь-яких типових прольотів легко оцінити вплив вітрового тиску на напружено-деформований стан ферм покриття у в'язевих торцевих блоках.

Для прикладу розглянута промислова будівля прольотом 36 м і кроком поперечних рам 6 м, розташована в м. Краматорську. Для в'язевої ферми прольотом 36 м знайдено максимальне зусилля розтягу в поясі від одиничного горизонтального вузлового навантаження і фактичне.

Слід зауважити, що функцію поясу в'язевої ферми виконує сам нижній пояс ферми покриття, запас міцності якого з врахуванням розрахункового граничного навантаження склав 3%. Але зусилля в нижньому поясі ферм покриття у в'язевому торцевому блоці збільшується за рахунок вітрового тиску в торець будівлі. Поєднання двох функцій в елементі нижнього поясу приводить до зміни напруженого стану – перенапруження в нижньому поясі склало 27%.

До ферм покриття промислових будівель в торцевих в'язевих блоках необхідний особливий підхід в оцінці напружено-деформованого стану в них.

Запропонована методика дозволяє просто дати оцінку напружено-деформованому стану ферм покриття типових прольотів промислових будівель у в'язевих торцевих блоках.

Ключові слова: ферма покриття, листовий шарнір, в'язевий блок, навантаження, опорна реакція, фахверк.

EVALUATION OF THE STRESSED-STRAIN CONDITION OF THE ROOF TRUSSES OF ONE-STOREYED INDUSTRIAL BUILDING IN THE END BRACE BLOCKS TAKING INTO ACCOUNT THE WIND PRESSURE AT THE FLANK OF THE BUILDING

Singayevsky P. M., PhD., Assistant Professor,
mdipk@ukr.net, ORCID: 0000-0003-1268-414X

Kupchenko Y.V., PhD., Assistant Professor,
steelconpro@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1480-6884
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. In the article, the authors investigate the effect of the wind load at the flank of the building on the stress-strain state of the roof trusses in the end brace blocks. Traditionally, to perceive the wind pressure to the flank of the building, in the lower zones of the roof trusses, horizontal joint trusses were arranged on the half-timbered columns by means of sheet hinges. The belts of these brace trusses were the lower belts of the roof trusses themselves, and the grid was designed additionally. Further, the support reactions of the horizontal brace trusses from the wind load, through braces in the plane of the columns, were transferred to the foundation.

However, the question that the lower belt of the roof truss performs the functions of a belt and a brace truss and that the forces from the vertical load are combined in it, was not considered. Therefore, it is necessary to evaluate the effect of wind pressure at the flank of an industrial building on the stress-strain state of brace trusses in end brace blocks.

The authors are developing a method for the quantitative assessment of the effect of wind pressure on the flank of industrial buildings on the stress-strain state of roof trusses in end brace blocks.

The efforts in brace trusses are determined in the lower belts of the roof trusses from concentrated single forces of wind pressure to the flank of the industrial building, applied at the nodes of the lower belt of the roof trusses - at the level of the sheet hinges on the half-timbered columns at the ends of the building.

The authors consider the geometric patterns of brace trusses along the lower belts of the roof trusses with the efforts in their elements from a unit nodal load of wind pressure to the flank of an industrial building for typical spans of 18, 24, 30, and 36 m. It is easy to evaluate the effect of wind pressure on the stress-strain state of the roof trusses in the coupling end blocks, having obtained unit efforts in the elements of brace trusses for any typical spans.

For example, an industrial building with a span of 36 m and a 6 m step of bent located in Kramatorsk is considered. For a brace truss with a span of 36 m, the maximum tensile force in the belt from a single horizontal nodal load and the actual one were found.

It should be noted that the function of the belt of the brace truss is performed by the lower belt of the roof truss, the load bearing capacity of which, taking into account the calculated ultimate load, was 3%. But the effort in the lower belt of the roof trusses in the end brace block increases due to wind pressure at the flank of the building. The combination of two functions in the element of the lower belt leads to a change in the stress state - overwork in the lower belt was 27%.

To the roof trusses of the industrial buildings in end brace blocks, a special approach is needed in assessing the stress-strain state in them.

The proposed methodology makes it possible to assess the stress-strain state of the typical spans roof trusses of industrial buildings in end brace blocks.

Keywords: roof truss, sheet hinge, brace block, load, support reaction, fachwerk.