

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСЧЕТА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ПРИМЕРЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПК ANSYS

Гончарова Е. А.

(научный руководитель – Каменецакая К.М.)

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Аннотация. В этой статье рассмотрен пример расчета симметричной фермы с помощью основных уравнений строительной механики и программного комплекса Ansys 2021 R2.

Введение

Современный уровень прогресса в области развития строительной механики, численных методов решения задач линейной и нелинейной механики дал возможность разработки более совершенных методов оптимизации строительных конструкций.

Основные задачи, которые решаются в статье это:

1. Углубленное изучение общих уравнений строительной механики;
2. Конечно-элементное моделирование рамных систем с помощью стержневых (линейных конечных элементов);
3. Изучение современных методов оптимизации расчета строительных конструкций.

Совершенствование методов расчета строительных конструкций и разработка методов их оптимизации – это современная проблема, которая относится к научной специальности – строительная механика.

Основная часть (может иметь название и подпункты)

1. Расчет рамы вручную

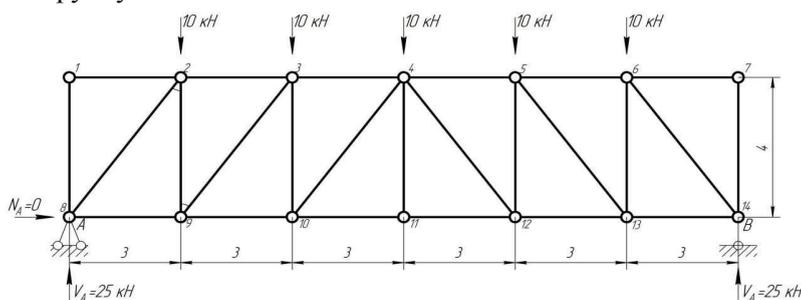


Рисунок 1

$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0 \\ 10 \cdot 3 + 10 \cdot 6 + 10 \cdot 9 + 10 \cdot 12 + 10 \cdot 15 - V_B \cdot 18 &= 0 \\ V_B &= \frac{450}{18} = 25 \text{ kH} \\ \sum M_B &= 0 \\ -10 \cdot 3 - 10 \cdot 6 - 10 \cdot 9 - 10 \cdot 12 - 10 \cdot 15 + V_A \cdot 18 &= 0 \\ V_A &= \frac{450}{18} = 25 \text{ kH} \end{aligned}$$

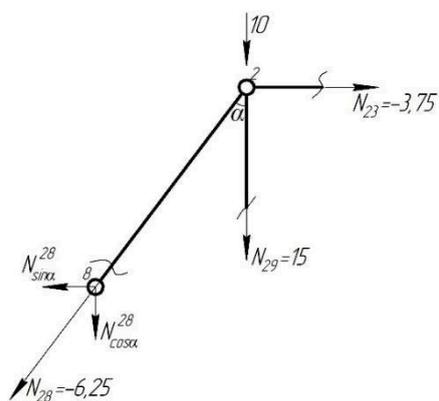


Рисунок 2

2.

$$\sum X = 0$$

$$\sum Y = 0$$

$$N_{23} = N_{28} * \sin \alpha$$

$$10 - N_{29} - N_{28} * \cos \alpha = 0$$

$$N_{28} = -6,25$$

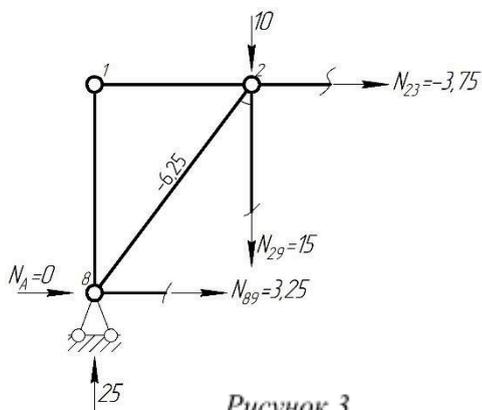


Рисунок 3

$$\sum X = 0$$

$$\sum Y = 0$$

$$N_{29} = 25 - 10$$

$$N_{29} = 15$$

$$-N_{23} = N_{89}$$

$$N_{89} = 3,25$$

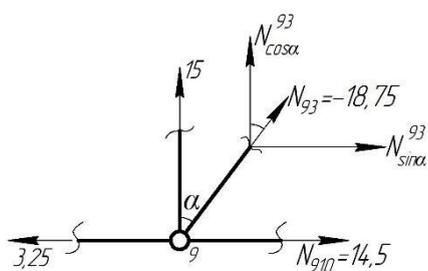


Рисунок 4

$$\sum X = 0$$

$$\sum Y = 0$$

$$N_{93} * \cos \alpha = -15$$

$$N_{93} * \frac{4}{5} = -15$$

$$N_{93} = -18,75$$

$$N_{910} = N_{93} * \sin \alpha + 3,25$$

$$N_{910} = 14,5$$

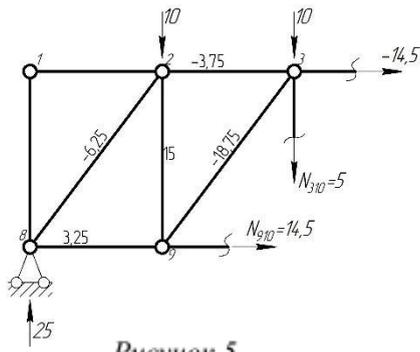
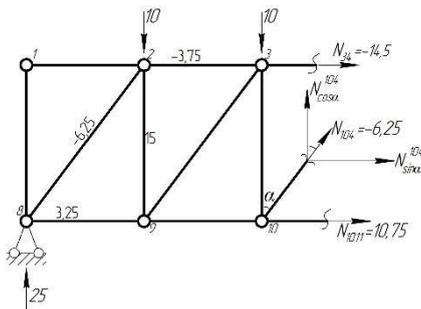


Рисунок 5

$$\begin{aligned} \sum X &= 0 \\ \sum Y &= 0 \\ N_{34} &= -14,5 \\ N_{310} &= 5 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \sum X &= 0 \\ \sum Y &= 0 \\ N_{104} * \cos \alpha &= 10 + 10 - 25 \\ N_{104} &= -6,25 \\ N_{1011} &= 14,5 - 6,25 * \frac{3}{5} \\ N_{1011} &= 10,75 \end{aligned}$$

Подберем для стержня 3-9 квадратное поперечное сечение

$$A_{mp} \geq \frac{N_{3-9}}{[\sigma]}$$

$$\frac{N_{3-9}}{[\sigma]} = 1,172 * 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$\frac{N_{3-9}}{[\sigma]} = 117,2 \text{ мм}^2$$

Пусть сторона квадрата a , тогда площадь поперечного сечения a^2 , следовательно:

$$a^2 = 117,2 \text{ мм}^2$$

$$a \geq \sqrt{117,2} \approx 10,83$$

Принимаем сечение 11мм x 11мм

2. Расчет в программном комплексе

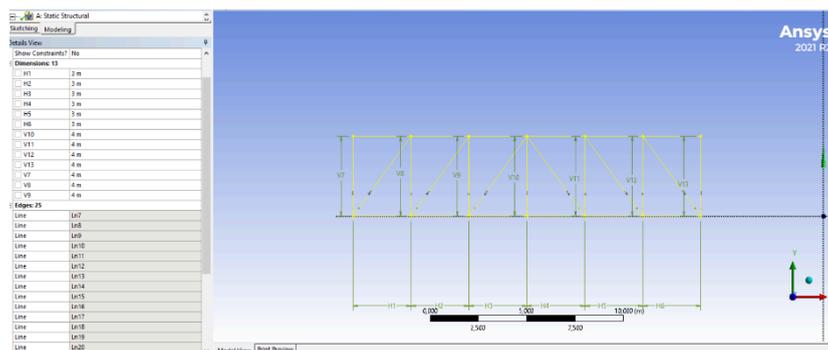
Сперва выберем материал для нашей фермы, на основе которого будем проводить расчет. Возьмём стандартный материал – конструкционную сталь.

Outline of Schematic A2: Engineering Data					
	A	B	C	D	E
1	Contents of Engineering Data				Description
2	Material			Source	
3	Structural Steel			Gen	Fatigue Data at zero mean stress comes from 1998 ASME BPV Code, Section 8, Div 2, Table 5-110.1
*	Click here to add a new material				

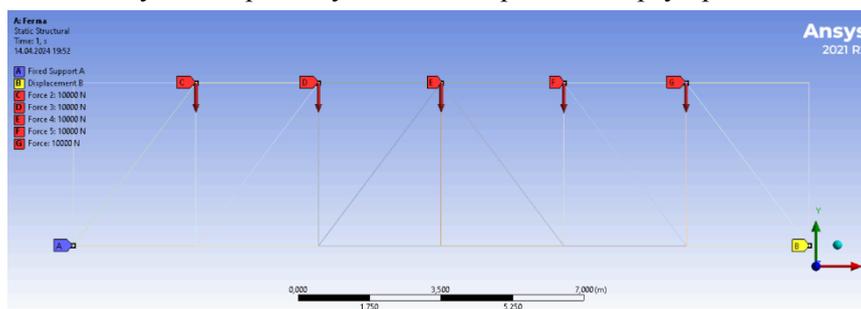
На рисунке ниже приведены её основные физические свойства:

	A	B	C
1	Property	Value	Unit
2	Material Field Variables	Table	
3	Density	7850	kg m ⁻³
4	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
6	Isotropic Elasticity		
7	Derive from	Young's Modulus and Poisson's ...	
8	Young's Modulus	2E+11	Pa
9	Poisson's Ratio	0,3	
10	Bulk Modulus	1,6667E+11	Pa
11	Shear Modulus	7,6923E+10	Pa
12	Strain-Life Parameters		
20	S-N Curve	Tabular	
24	Tensile Yield Strength	2,5E+08	Pa
25	Compressive Yield Strength	2,5E+08	Pa
26	Tensile Ultimate Strength	4,6E+08	Pa
27	Compressive Ultimate Strength	0	Pa

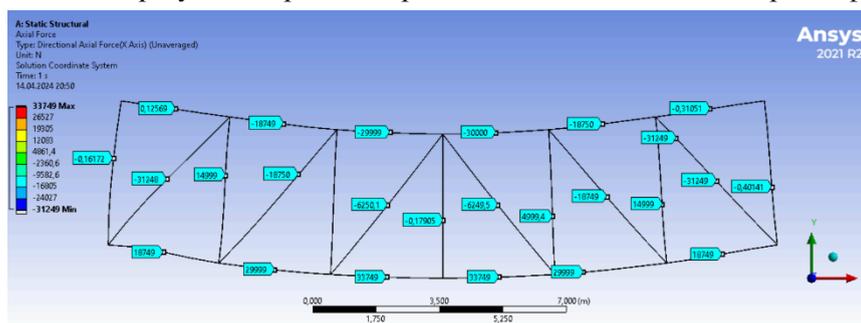
После построим геометрическую модель нашей фермы в модуле «Геометрия»:



После этого на нашу геометрическую модель перенесем карту приложения сил и опор.



Затем выведем результаты расчета приложения осевых сил на стержни фермы.



Закключение.

Проводя сравнительный анализ результативности методов расчета фермы можно сделать вывод, что результат расчетов путем основных уравнений строительной механики, и расчетов проведенных в программном комплексе Ansys полностью равнозначны.

Главным отличием расчета конструкции через программный комплекс Ansys является экономия времени и человеческих ресурсов, в свою очередь расчет вручную через метод основных уравнений получается громоздким. Также человеческий фактор в процессе работы

может привести к ошибкам в расчетах.

Но без умения расчета фермы вручную, численным методом, невозможно наиболее ясно интерпретировать результаты работы программного комплекса и выявить ошибку в случае некорректного взаимодействия с интерфейсом программы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Борисевич, А. А. Строительная механика : учебное пособие для строительных специальностей вузов / А. А. Борисевич, Е. М. Сидорович, В. И. Игнатюк ; Белорусский национальный технический университет. – Изд. 2-е, перераб. – Минск : БНТУ, 2009. – 756 с.

2. Трепачко, В. М. Основы строительной механики : учебно-методическое пособие для студентов экономических специальностей в области строительства / В. М. Трепачко, Т. П. Зданович. – Минск : БНТУ, 2007. – 78 с.