

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Прохоров В.Ю., Лисняк О.А.

Пушкинский лесо-технический техникум, п. Правдинский

Ключевые слова: деревометаллические фермы, эпюры единичных сил, частота собственных колебаний.

Аннотация. На примере фермы оценивается вероятность возникновения резонансных колебаний от ветровой нагрузки в условиях средней полосы. Данная конструкция в эксплуатации показала чувствительность к ветровым нагрузкам.

В настоящее время в строительстве получили распространение деревометаллические фермы, в которых сжатые пояса выполнены из клееной древесины, а растянутые из стальных стержней. Данная конструкция в эксплуатации показала чувствительность к ветровым нагрузкам. На примере фермы (расчетная схема которой представлена на рис. 1) оценим вероятность возникновения резонансных колебаний от ветровой нагрузки в условиях средней полосы. Точно определить частоту собственных колебаний достаточно сложно, так как неизвестны податливости узловых соединений, а также сложно учесть свойства распределенной нагрузки от массы снега. Поэтому проведенные расчеты носят оценочный характер. Расчетную схему представим в виде плоской стержневой системы с сосредоточенной массой и с двумя степенями свободы (рис. 1, а). Построим эпюры единичных сил (рис. 1, б, в, г).

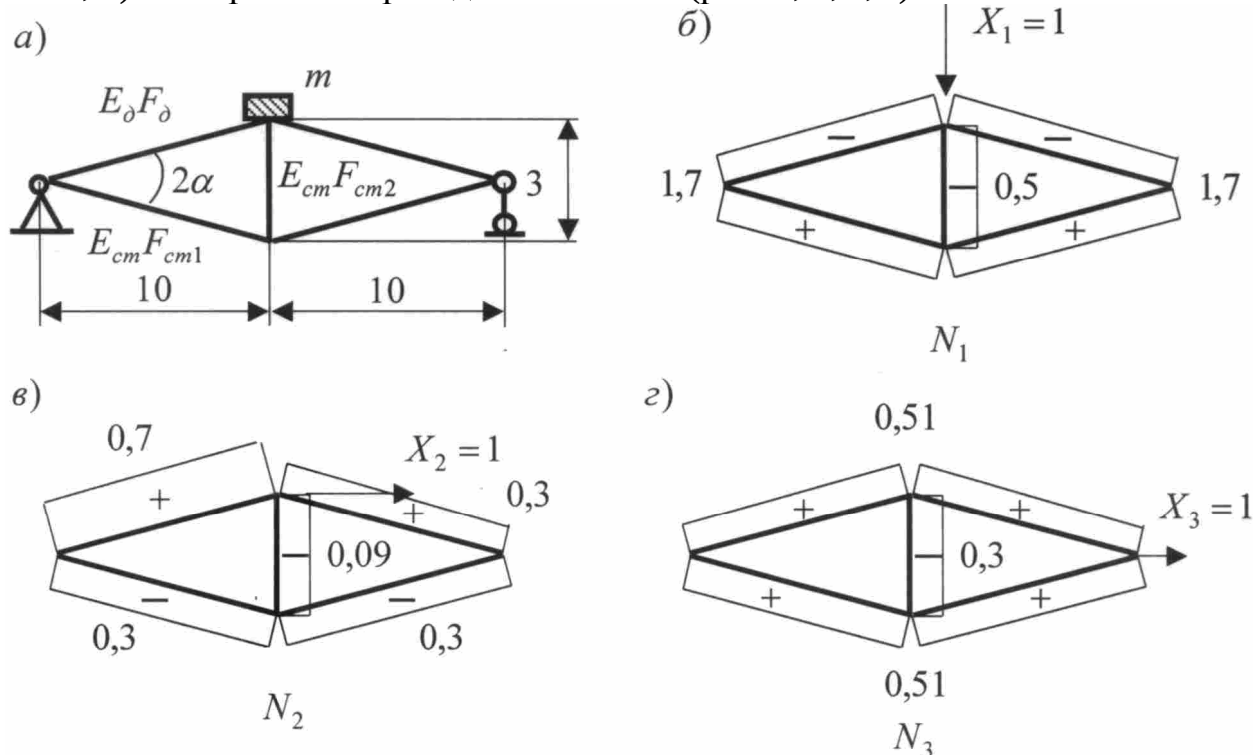


Рис. 1. Расчетная схема (а), эпюры единичных усилий (б, в, г)

После этого определим единичные перемещения δ_{11} , и δ_{22} при следующих исходных данных:

$$E_{древ} = 10^4 \text{ МПа}; F_{древ} = 0,28 \times 0,35 \text{ м}^2; E_{см} = 2 \times 10^5 \text{ МПа};$$

$$F_{см1} = 31,8 \times 10^{-4} \text{ м}^2; F_{см1} = 13,8 \times 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Тогда

$$\delta_{11} = 2 \frac{1,7 \times 10 \times 1,7}{10^4 \times 10^6 \times 0,28 \times 0,35} + 2 \frac{1,7 \times 10 \times 1,7}{2 \times 10^5 \times 10^6 \times 31,8 \times 10^{-4}} + \frac{0,5 \times 3 \times 0,5}{2 \times 10^5 \times 10^6 \times 13,0 \times 10^{-4}}$$

Откуда имеем

$$\delta_{11} = 0,56 \times 10^{-7} + 0,85 \times 10^{-7} + 0,03 \times 10^{-7} = 1,44 \times 10^{-7} \text{ м/Н}$$

$$\delta_{22} = \frac{0,7 \times 0,7 \times 10}{10^4 \times 10^6 \times 0,28 \times 0,35} + 2 \frac{0,3 \times 0,3 \times 10}{10^4 \times 10^6 \times 0,28 \times 0,35} + 2 \frac{0,3 \times 0,3 \times 10}{2 \times 10^5 \times 10^6 \times 31,8 \times 10^{-4}} +$$

$$+ \frac{0,09 \times 0,09 \times 3}{2 \times 10^5 \times 10^6 \times 13 \times 10^{-4}} = 7 \times 10^{-9} + 0,9 \times 10^{-9} + 2,8 \times 10^{-9} \approx 1,07 \times 10^{-8} \text{ м/Н}$$

Как видно, жесткость в вертикальной плоскости в 50 раз меньше, чем в горизонтальной, поэтому примем, что система имеет одну степень свободы и определим частоты собственных колебаний для трех случаев:

1. Ферма Ф 1 нагружена собственным весом и весом от массы стеклопакетов. В этом случае [1,3]

$$m_1 = 70 \times 4 \times 20 + 0,6 \times 2,2 \times 10^3 + 1000 \approx 8000 \text{ кг.}$$

2. Ферма Ф 1 нагружена дополнительно снегом. В этом случае $m_2 = 32000 \text{ кг}$ [2,3].

3. Ферма Ф 2 нагружена дополнительно снегом. В этом случае

$$m_3 = 20000 \text{ кг} [2,3].$$

Определим частоты собственных колебаний [4]

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{\delta_{11} \times m_1}} = \sqrt{\frac{10^7}{1,44 \times 8 \times 10^3}} = 30; \nu_1 = \frac{\omega_1}{2\pi} = 4,8 \text{ сек}^{-1}$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{1}{\delta_{11} \times m_2}} = \sqrt{\frac{10^7}{1,44 \times 32 \times 10^3}} = 15; \nu_2 = \frac{\omega_2}{2\pi} = 2,4 \text{ сек}^{-1}$$

$$\omega_3 = \sqrt{\frac{1}{\delta_{11} \times m_3}} = \sqrt{\frac{10^7}{1,44 \times 20 \times 10^3}} = 18,8; \nu_3 = \frac{\omega_3}{2\pi} = 3,0 \text{ сек}^{-1},$$

где ω - круговая частота; ν - частота собственных колебаний.

Таким образом, видим, что частота собственных колебаний лежит в диапазоне от 2,4 до 4,8 герц. При таких частотах мы попадаем в диапазон, в котором следует учитывать силы инерции, возникающие при колебаниях от ветровых нагрузок.

Список литературы

1. СП 20.13330.2010. Нагрузки и воздействия.
2. СП 64.13330.2010 Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Деревянные конструкции.
3. Пособие по проектированию деревянных конструкций (к СНиП II-25-80). М.: 1986.

4. Феодосьев В.И. Соппротивление материалов. М.: 2001.
5. Прохоров В.Ю. Помощник в образовательном процессе среднего профессионального обучения / В.Ю. Прохоров, И.А. Макарова // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2018. № 1. С. 315-317.
6. Прохоров В.Ю. Итоговая государственная аттестация: учеб. пособие // В.Ю. Прохоров, В.В. Быков, И. Г. Голубев и др. – М. : ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2013. – 211 с.
7. Прохоров В. Ю. Менеджмент качества сервисных услуг. Техническое регулирование при оценке качества продукции и услуг сервисных предприятий: учеб. пособие. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – 87 с.
8. Прохоров, В.Ю. Использование новых материалов при модернизации техники / В.Ю. Прохоров, И.Г. Голубев, В.В. Быков // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2006. № 3. С. 18-20.

Сведения об авторах:

Прохоров Виктор Юрьевич – к.т.н., доцент, преподаватель профессиональных дисциплин, Пушкинский лесо-технический техникум, п. Правдинский;
Лисняк Олег Андреевич – студент, Пушкинский лесо-технический техникум, п.Правдинский.

ESTIMATION OF STRENGTH OF DESIGNS MANUFACTURED FROM COMPOSITION MATERIALS

Prokhorov V.Yu., Lisnyak O.A.

Keywords: wood trusses, single force diagrams, natural frequency.

Abstract. On the example of a farm, the probability of occurrence of resonant oscillations from wind load in the middle band is estimated. This design in operation showed sensitivity to wind loads.

References

1. SP 20.13330.2010. Load and impact.
2. SP 64.13330.2010 Construction regulations and rules. Design standards. Wooden structures.
3. Manual for the design of wooden structures (to SNiP II-25-80). М.: 1986.
4. Feodosyev V.I. Strength of materials. М.: 2001.
5. Prokhorov V.Yu. Assistant in the educational process of secondary vocational education / V.Yu. Prokhorov, I.A. Makarova // Proceedings of the International Symposium Reliability and Quality. 2018. No. 1. P. 315-317.
6. Prokhorov V.Yu. Final State Certification: studies. manual // V.Yu. Prokhorov, V.V. Bykov, I.G. Golubev and others. - М.: FSBEI HPE MGUL, 2013. - 211 p.
7. Prokhorov V.Yu. Quality management services. Technical regulation in assessing the quality of products and services of service enterprises: studies. allowance. М.: GOU VPO MGUL, 2007. - 87 p.
8. Prokhorov V.Yu. The use of new materials in the modernization of technology / V.Yu. Prokhorov, I.G. Golubev, V.V. Bykov // Repair, restoration, modernization. - 2006. № 3. P. 18-20.