

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

УДК 624.04

АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, ПРЕДЕЛЬНЫЙ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЛОСКОЙ БАЛОЧНОЙ ФЕРМЫ

М. Н. Кирсанов

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Россия, г. Москва, тел.: (495)362-73-14, e-mail: c216@Ya.ru

М. Н. Кирсанов, д-р физ.-мат. наук, проф. кафедры теоретической механики и мехатроники

Постановка задачи. Рассматривается балочная схема статически определимой фермы с раскосной решеткой нестандартного вида. Методом индукции последовательным расчетом ферм с различным числом панелей выводится конечная формула для прогиба фермы. Результат сравнивается с аналитическим выражением прогиба для двух стандартных схем балочной фермы, для которых также получены выражения прогибов.

Результаты. Получены аналитические выражения для прогиба исследуемой фермы и двух ферм сравнения в зависимости от числа панелей, размеров и нагрузки. Найдены асимптотические и предельные свойства фермы.

Выводы. Показано, что для определенного числа панелей и размеров предлагаемая схема фермы более жесткая, чем ферма со стандартной решеткой. Не анализируя устойчивость сжатых стержней и не вводя ограничение на прочность растянутых стержней, из рассмотрения формулы прогиба делаем вывод о влиянии перераспределения материала между поясами на общую жесткость фермы.

Ключевые слова: ферма, прогиб, предельные свойства, аналитическое решение.

Библиографический список

1. **Кирсанов, М. Н.** Индуктивный метод решения статики и динамики стержневых систем / М. Н. Кирсанов // Международный форум информатизации. МФИ—2001. — С. 163—166.
2. **Кирсанов, М. Н.** Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли / М. Н. Кирсанов // Инженерно-строительный журнал. — 2014. — № 5 (49). — С. 37—43.
3. **Кирсанов, М. Н.** Анализ прогиба фермы прямоугольного пространственного покрытия / М. Н. Кирсанов // Инженерно-строительный журнал. — 2015. — № 1 (53). — С. 32—38.
4. **Реутов, Д. О.** Индуктивный анализ прогиба фермы регулярной структуры в системе Maple / Д. О. Реутов // Международная научно-практическая конференция ИТОН—2014. IV междунар. науч. семинар и междунар. школа по математическому моделированию в системах компьютерной математики «KAZCAS—2014»: материалы конф. и тр. семинара. — Казань: Фолиант, 2014. — С. 256—261.
5. **Ахмедова, Е. Р.** Частотное уравнение для плоской балочной фермы регулярной структуры с треугольной решеткой / Е. Р. Ахмедова, М. И. Канатова // Междунар. науч.-практ. конф. ИТОН-2014. IV междунар. науч. семинар и междунар. школа по математическому моделированию в системах компьютерной математики «KAZCAS—2014»: материалы конф. и тр. семинара. — Казань: Фолиант, 2014. — С. 198—199.
6. **Кирсанов, М. Н.** Индуктивный анализ влияния погрешности монтажа на жесткость и прочность плоской фермы / М. Н. Кирсанов // Инженерно-строительный журнал. — 2012. — № 5 (31). — С. 38—42.
7. **Дзабиев, А. А.** Формулы для расчета прогиба арочной фермы / А. А. Дзабиев, С. П. Черепанов // Вопросы образования и науки: теоретический и методический аспекты: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., 31 мая 2014 г. Ч. 4. — Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2014. — С. 63—64.
8. **Жакетов, Д. Д.** Прогиб плоской балочной фермы с треугольной решеткой / Д. Д. Жакетов,

В. Б. Яцков // Наука и образование в XXI веке: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., 31 окт. 2014 г. Ч. 7. — Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2014. — С. 34—36.

9. **Кирсанов, М. Н.** Генетический алгоритм оптимизации стержневых систем / М. Н. Кирсанов // Строительная механика и расчет сооружений. — № 2. — 2010. — С. 60—63.

10. **Sonmez, M.** Artificial Bee Colony algorithm for optimization of truss structures / M. Sonmez // Applied Soft Computing. — 2011. — Vol. 11. — P. 2406—2418.

11. **Кирсанов, М. Н.** Скрытая особенность и асимптотические свойства одной плоской балочной фермы / М. Н. Кирсанов // Строительная механика и расчет сооружений. — 2014. — № 4. — С. 9—12.

12. **Hutchinson, R. G.** Microarchitected cellular solids — the hunt for statically determinate periodic trusses / R. G. Hutchinson, N. A. Fleck // ZAMM Z. Angew. Math. Mech. — 2005. — Vol. 85, N 9. — P. 607—617.

13. **Кирсанов, М. Н.** Задачи по теоретической механике с решениями в Maple 11 / М. Н. Кирсанов. — М.: Физматлит, 2010. — 264 с.

14. **Кирсанов, М. Н.** Maple и Maplet. Решения задач механики / М. Н. Кирсанов. — СПб: Лань, 2012. — 512 с.

References

1. **Kirsanov, M. N.** Induktivnyj metod resheniya statiki i dinamiki sterzhnevyyx sistem / M. N. Kirsanov // Mezhdunarodnyj forum informatizacii. MFI—2001. — S. 163—166.

2. **Kirsanov, M. N.** Izgib, kruchenie i asimptoticheskij analiz prostranstvennoj sterzhnevoj konsoli / M. N. Kirsanov // Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal. — 2014. — № 5 (49). — S. 37—43.

3. **Kirsanov, M. N.** Analiz progiba fermy pryamougol'nogo prostranstvennogo pokrytiya / M. N. Kirsanov // Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal. — 2015. — № 1 (53). — S. 32—38.

4. **Reutov, D. O.** Induktivnyj analiz progiba fermy regul'noy struktury v sisteme Maple / D. O. Reutov // Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya ITON—2014. IV mezhdunar. nauch. seminar i mezhdunar. shkola po matematicheskomu modelirovaniyu v sistemax komp'yuternoj matematiki «KAZCAS—2014»: materialy konf. i tr. seminar. — Kazan': Foliant, 2014. — S. 256—261.

5. **Axmedova, E. R.** Chastotnoe uravnenie dlya ploskoj balochnoj fermy regul'noy struktury s treugol'noj reshetkoj / E. R. Axmedova, M. I. Kanatova // Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. ITON—2014. IV mezhdunar. nauch. seminar i mezhdunar. shkola po matematicheskomu modelirovaniyu v sistemax komp'yuternoj matematiki «KAZCAS—2014»: materialy konf. i tr. seminar. — Kazan': Foliant, 2014. — S. 198—199.

6. **Kirsanov, M. N.** Induktivnyj analiz vliyaniya pogreshnosti montazha na zhestkost' i prochnost' ploskoj fermy / M. N. Kirsanov // Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal. — 2012. — № 5 (31). — S. 38—42.

7. **Dzabiev, A. A.** Formuly dlya rascheta progiba arochnoj fermy / A. A. Dzabiev, S. P. Cherepanov // Voprosy obrazovaniya i nauki: teoreticheskij i metodicheskij aspekty: sb. nauch. tr. po materialam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 31 maya 2014 g. Ch. 4. — Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2014. — С. 63—64.

8. **Zhaketov, D. D.** Progib ploskoj balochnoj fermy s treugol'noj reshetkoj / D. D. Zhaketov, V. B. Yackov // Nauka i obrazovanie v XXI veke: sb. nauch. tr. po materialam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 31 okt. 2014 g. Ch. 7. — Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2014. — С. 34—36.

9. **Kirsanov, M. N.** Geneticheskij algoritm optimizacii sterzhnevyyx sistem / M. N. Kirsanov // Stroitel'naya mexanika i raschet sooruzhenij. — № 2. — 2010. — С. 60—63.

10. **Sonmez, M.** Artificial Bee Colony algorithm for optimization of truss structures / M. Sonmez // Applied Soft Computing. — 2011. — Vol. 11. — P. 2406—2418.

11. **Kirsanov, M. N.** Skrytaya osobennost' i asimptoticheskie svoystva odnoj ploskoj balochnoj fermy / M. N. Kirsanov // Stroitel'naya mexanika i raschet sooruzhenij. — 2014. — № 4. — С. 9—12.

12. **Hutchinson, R. G.** Microarchitected cellular solids — the hunt for statically determinate periodic trusses / R. G. Hutchinson, N. A. Fleck // ZAMM Z. Angew. Math. Mech. — 2005. — Vol. 85, N 9. — P. 607—617.

13. **Kirsanov, M. N.** Zadachi po teoreticheskoy mexanike s resheniyami v Maple 11 / M. N. Kirsanov. — М.: Физматлит, 2010. — 264 с.

14. **Kirsanov, M. N.** Maple i Maplet. Resheniya zadach mexaniki / M. N. Kirsanov. — СПб: Лань, 2012. — 512 с.

ANALYTICAL CALCULATION, MARGINAL AND COMPARATIVE ANALYSIS OF A FLAT GIRDER

M. N. Kirsanov

National Research University «MPEI»

Russia, Moscow, tel.: (495)362-73-14, e-mail: c216@Ya.ru

M. N. Kirsanov, D. Sc. in Physics and Mathematics, Prof. of Dept. of Theoretical Mechanics and Mechatronics