

Ю. В. Немировский

УТОЧНЕНИЕ РЕШЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ГИБРИДНЫХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ФЕРМ МИЗЕСА

*Институт теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО
РАН, Новосибирск, Россия*

Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

Аннотация. Рассматривается решения предельно допустимых деформаций гибридных полиметаллических ферм Мизеса. Предполагается, что все элементы создаваемой фермы Мизеса сохраняют основные базовые характеристики материалов при производстве фермы, независимо от используемых технологических разработок.

Ключевые слова: гибридные полиметаллические фермы, предельная деформация, разрушение.

Немировский Юрий Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник; e-mail: nemiryury@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4281-4358>; AuthorID: 2403

для цитирования: Немировский Ю. В. Уточнение решения предельно допустимых деформаций гибридных полиметаллических ферм Мизеса // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. 2024. № 1(59). С. 101–106. DOI: 10.37972/chgpu.2024.59.1.012 EDN: YIQCHT

Статья опубликована на условиях лицензии *Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)*.

Yu. V. Nemirovskii

CLARIFICATION OF THE SOLUTION TO THE MAXIMUM PERMISSIBLE DEFORMATIONS OF HYBRID POLYMETALLIC SIMSON TRUSSES

S. Khristianovich Institute of Theoretical and Applied Mechanics of the Siberian Branch of the RAS, Novosibirsk, Russia

Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

Abstract. Solutions for maximum permissible deformations of hybrid polymetallic Mises trusses are considered. It is assumed that all elements of the created Mises farm retain the basic characteristics of the materials used in the production of the farm, regardless of the technological developments used.

Keywords: hybrid polymetallic trusses, ultimate deformation, destruction.

Yuri V. Nemirovskii, Dr. Sci. Phys. & Math., Professor, e-mail: nemiryury@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4281-4358>, AuthorID: 2403

to cite this article: Nemirovskii Yu. V. Clarification of the solution to the maximum permissible deformations of hybrid polymetallic Simson trusses // Vestn. Chuvash. Gos. Ped. Univ. im. I.Ya. Yakovleva Ser.: Mekh. Pred. Sost. 2024. No 1(59). p. 101–106. DOI: 10.37972/chgpu.2024.59.1.012 EDN: YIQCHT

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

Последние два века в производство активно внедряются оригинальные ферменные конструкции для выполнения важных задач анализа текущего состояния и профилактики в изделиях производственного, транспортного и сельскохозяйственного назначения.

Ферма Мизеса представляет из себя набор из нескольких стержневых конструкций разных фазовых состояний, соединенных шарнирным узловым элементом в точке прикрепления изучаемого объекта и несколькими боковыми элементами, закрепленными в неподвижных точках стенки привеса.

В соответствии с этим параметры основного центрального стержня с длиной l , связанных с длинами боковых поддерживающих элементов l_1, l_2, \dots, l_m между собой соотношениями.

Из условия совместности деформаций всех элементов точки привеса имеем очевидные соотношения

$$l = \frac{l_m}{\cos \alpha_m}. \quad (1)$$

Из условия совместности деформаций всех элементов точки привеса имеем соотношения

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\cos^2 \alpha_m}. \quad (2)$$

Все стержни фермы Мизеса деформируются в условиях растяжения.

Считается, что все фазовые материалы проектируемой фермы имеют заданные механические и физические характеристики, определяемые по стандартным методикам для материалов соответствующих фаз.

Предполагается, что все элементы создаваемой фермы Мизеса сохраняют основные базовые характеристики материалов при производстве фермы, независимо от используемых технологических разработок.

Важно подчеркнуть, что многочисленные разработки ферменных элементов Мизеса в наших и зарубежных странах показывают, что наиболее неизменными характеристиками в рамках любых технологических переработок наиболее устойчивыми оказываются базовые характеристики материалов в виде удельных весов, пределов прочности, предельных деформаций, пластичности и модулей Юнга.

Отмеченные обстоятельства позволяют вести мерные характеристики используемых в производстве конструктивных элементов как меры сравнения получаемых проектов при использовании в разных целях.

Это позволяет также ввести некоторые базовые характеристики.

Стержневой элемент из однородного материала, как эталонный для сравнения с любыми другими конструкциями Мизеса.

В сравнении могут быть введены элементы производства независимо от места изготовления.

Чтобы выстраивать выборку ряда подходящих проектов, мы можем ввести критерии качеств:

- предельно допустимые деформации проектируемого проекта;

- характеристики жесткости или податливости создаваемого проекта. В общем случае выделить классы проектов со сравнительно низкими уровнями нагружения, когда ни в одном из базовых стержней не будет превышен предел упругого деформирования (предел пластичности);
- высоконагруженных проектов, которые могут деформироваться до предела прочности (пределов несущей способности).

До середины прошлого века существующие подходы расчетов ферм Мизеса в качестве одной из главнейших гипотез принимали предположение, что фазовые материалы для изготовления ферм Мизеса невесомыми. Это вызывало сомнение в достоверности и экспериментальности проверки расчетных методов.

Вопрос в этом направлении продолжает существовать и в настоящее время. Цель данной работы внести дополнительную ясность и исправить, где требуется предыдущие расчеты.

Для проведения сходственных и различных подходов в этих двух моделях выпишем все необходимые соотношения для первой модели, а затем для сравнения соотношения для второй модели.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. 100 %

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. 100 %

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding. This study was not supported by any external sources of funding.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Абовский Н. П. Управление конструкциями с помощью механических устройств // Известия Высших учебных заведений. Строительство. 1997. № 4.
- [2] Хархардин А. Н. Топологические состояния и свойства композитных материалов // Известия Высших учебных заведений. Строительство. 1997. № 4.
- [3] Вильдеман В. Э., Соколкин Ю. В., Ташкинов А. А. Краевая задача механики деформирования и разрушения поврежденных тел с зонами разупрочнения // Прикладная механика и техническая физика. 1995. № 6.
- [4] Методика оценки оптимального ассортимента предприятия по производству геотекстильных строительных материалов / С. В. Федосов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2015. № 10. С. укажите страницы.
- [5] Абашкин Е. Е., Каинг М., Ткачева А. В. Влияние температурной зависимости упругих постоянных на решение задачи для температурных напряжений // Материалы X Всероссийской конференции по механике деформируемого твердого тела. Т. I. Самара, 2017. С. 9–11.
- [6] Адигамов Н. С., Верзунов С. Н., Дьяченко Е. Н. Об упругопластическом деформировании материала с учетом эффектов старения // Материалы X Всероссийской конференции по механике деформируемого твердого тела. Т. 1. Самара, 2017. С. 24–25.

- [7] Орленко Л. П. Поведение материалов при интенсивных динамических нагрузках. Машиностроение, 1964. С. 168.
- [8] Ерхов М. И. Теория идеально пластических тел и конструкций. Наука, 1979. С. 352.
- [9] Гопкинс Г., Прагер В. Динамика пластической круглой пластинки // Механика. 1955. № 3. С. 112–122.
- [10] Мазалов В. Н. Динамический изгиб кольцевых жестко-пластических пластин с неподвижными круговыми контурами // Динамика сплошной среды. 1973. Т. 14. С. 57–65.
- [11] Вирма Э. Динамика пластических прямоугольных пластин // Уч. записки Тартуск. гос. Университета. 1972. Т. 305. С. 289–299.
- [12] Кошур В. Д., Немировский Ю. В. Континуальные и дискретные модели динамического деформирования элементов конструкций. Новосибирск : Наука, 1990. С. 198.
- [13] Комаров К. Л., Немировский Ю. В. Динамика жестко-пластических элементов конструкции. Новосибирск : Наука, 1984. С. 232.
- [14] Саймондс П. Динамика неупругих конструкций: сборник статей. Москва : Мир, 1982. С. 225. Перевод с английского.
- [15] Шапиро Г. С. Механика материалов и технологические процессы обработки металлов // Пластические деформация легких специальных сплавов. 1978. № 1. С. 5–20.
- [16] Рейтман М. И., Шапиро Г. С. Динамическая теория пластичности. Упругость и пластичность. Москва : Изд. ВИНТИ, 1966. С. 112. Издание 1968 года.
- [17] Немировский Ю. В., Романова Т. П. Динамический изгиб пластических полигональных плит // Прикладная механика и техническая физика. 1984. № 4. С. 149–156.
- [18] Строительная механика: учебник для вузов / Под ред. А. В. Дарков. Высшая школа, 1976. 600 с.
- [19] Композиционные материалы / Под ред. В. В. Васильев [и др.]. М. : Машиностроение, 1990. 512 с.

REFERENCES

- [1] Abovskiy N. P. Control of structures using mechanical devices // News of Higher Educational Institutions. Construction. 1997. no. 4.
- [2] Kharkhardin A. N. Topological states and properties of composite materials // News of Higher Educational Institutions. Construction. 1997. no. 4.
- [3] Vildeman V. E., Sokolkin Yu. V., Tashkinov A. A. Boundary problem of mechanics of deformation and destruction of damaged bodies with zones of weakening // Applied Mechanics and Technical Physics. 1995. no. 6.
- [4] Methodology for assessing the optimal range of products for the production of geotextile construction materials / S. V. Fedosov [et al.] // News of Higher Educational Institutions. Construction. 2015. no. 10.
- [5] Abashkin E. E., Kaing M., Tkacheva A. V. The influence of temperature dependence of elastic constants on the solution of the problem for temperature stresses // Proceedings of the X All-Russian Conference on Mechanics of Deformable Solid Body. Vol. I. Samara, 2017. P. 9–11.
- [6] Adigamov N. S., Verzunov S. N., Dyachenko E. N. On the elastoplastic deformation of material considering aging effects // Proceedings of the X All-Russian Conference on Mechanics of Deformable Solid Body. Vol. 1. Samara, 2017. P. 24–25.
- [7] Orlenko L. P. Behavior of materials under intense dynamic loads. Machinery Engineering, 1964. P. 168.
- [8] Erkhov M. I. Theory of perfectly plastic bodies and structures. Science, 1979. P. 352.
- [9] Hopkins H., Prager W. Dynamics of a plastic circular disk // Mechanics. 1955. no. 3. P. 112–122.
- [10] Mazalov V. N. Dynamic bending of ring rigid-plastic plates with immovable circular contours // Dynamics of Continuous Media. 1973. Vol. 14. P. 57–65.

-
- [11] Virma E. Dynamics of plastic rectangular plates // Scientific Notes of Tartu State University. 1972. Vol. 305. P. 289–299.
 - [12] Koshur V. D., Nemirovskiy Yu. V. Continual and discrete models of dynamic deformation of structural elements. Novosibirsk : Science, 1990. P. 198.
 - [13] Komarov K. L., Nemirovskiy Yu. V. Dynamics of rigid-plastic structural elements. Novosibirsk : Science, 1984. P. 232.
 - [14] Simonds P. Dynamics of inelastic structures: collection of articles. Moscow : World, 1982. P. 225. Translated from English.
 - [15] Shapiro G. S. Mechanics of materials and technological processes of metal treatment // Plastic deformation of light special alloys. 1978. no. 1. P. 5–20.
 - [16] Reitman M. I., Shapiro G. S. Dynamic theory of plasticity. Elasticity and plasticity. Moscow : Publishing House of the All-Russian Scientific Research Institute for Standardization and Technical Information (VINITI), 1966. P. 112. 1968 edition.
 - [17] Nemirovskiy Yu. V., Romanova T. P. Dynamic bending of plastic polygonal plates // Applied Mechanics and Technical Physics. 1984. no. 4. P. 149–156.
 - [18] Structural Mechanics: Textbook for Universities / Ed. by A. V. Darkov. Higher Education, 1976.
 - [19] Composite materials / Ed. by V. V. Vasiliev [et al.]. M. : Mechanical Engineering, 1990. 512 p.