УДК 624.07

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМЫХ И НЕОПРЕДЕЛИМЫХ РАМ

♦♦♦♦♦

COMPARATIVE ANALYSIS OF STATICALLY DETERMINATE AND INDETERMINATE FRAMES

Долгополов Василий Евгеньевич
старший преподаватель
кафедры архитектуры
гражданских и промышленных зданий имени А.В. Титова,
Кубанский государственный
технологический университет
dolgopolov_v@icloud.com

Бородин Дмитрий Васильевич
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
dmitriy-borodin-2004@mail.ru

Байсара Ирина Андреевна
студентка,
Кубанский государственный
технологический университет
boysar.i@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются статически определимые и неопределимые рамы, приведены примеры их решения. В заключении проведено сравнение систем на основе примеров.

Ключевые слова: статически определимая система, статически неопределимая система, степень статической неопределимости, рамы, эпюры, изгибающий момент.

Dolgopolov Vasily Evgenievich
Senior lecturer at the Department
of Architecture of Civil and Industrial
Buildings named after A.V. Titov,
Kuban State Technological University
dolgopolov_v@icloud.com

Borodin Dmitry Vasilyevich
Student,
Kuban State Technological University
dmitriy-borodin-2004@mail.ru

Baysara Irina Andreevna
Student,
Kuban State Technological University
boysar.i@yandex.ru

Annotation. The article considers statically determinate and indeterminate frames, provides examples of their solution. In conclusion, a comparison of systems based on examples is made.

Keywords: statically determinate system, statically indeterminate system, degree of static indeterminacy, frames, diagrams, bending moment.

Рамы представляют собой стержневые системы из прямолинейных элементов преимущественно с жесткими соединениями в узлах, нагруженные поперечными или узловыми нагрузками [1, с. 22].

По статическому признаку строительные сооружения можно разделить на статически определимые и статически неопределимые. К статически определимым относят те, у которых все опорные реакции, внутренние силы и моменты можно определить из уравнений статического равновесия. У статически неопределимых дополнительно необходимо использовать уравнения совместности деформаций, так как для вычисления всех опорных реакций и внутренних усилий уравнений статики недостаточно [1, с. 20].

Степенью статической неопределимости называется разность n между числом неизвестных внутренних силовых факторов, опорных реакций и числом независимых уравнений статики [2].

Рассмотрим различия статически определимой и неопределимой рам. Для объективности сравнения примем размеры и нагрузки одинаковыми в первом и во втором случае.

Рассмотрим статически определимую раму:

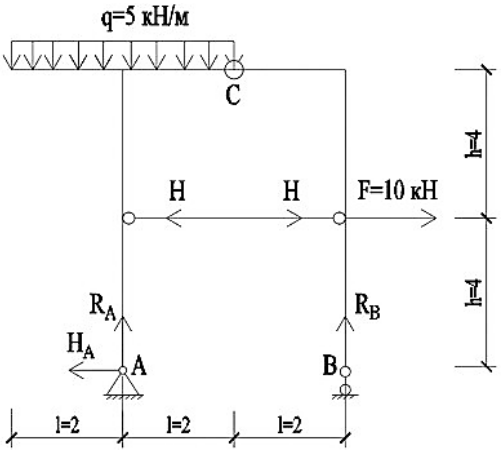

Рисунок 1 – Статически определимая распорная система

1. Рассчитаем заданную распорную систему и найдем неизвестные:

Ra = 10 кН; Rb = 10 кН; H = 15 кН; Ha = 10 кН.

2. Строим эпюру моментов:

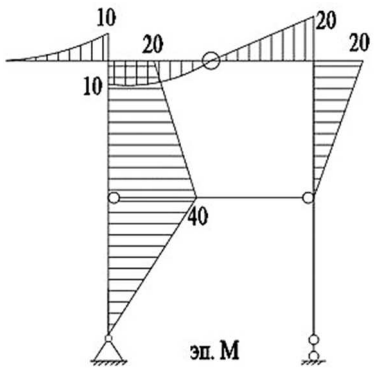

Рисунок 2 – Эпюра моментов статически определимой рамы

Рассмотрим статически неопределимую раму:

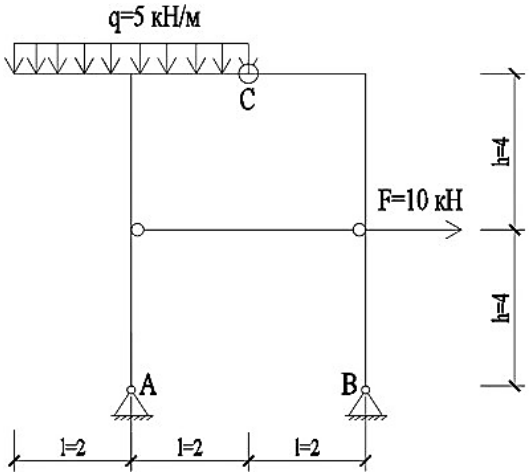

Рисунок 3 – Статически неопределимая распорная система

1. Определим степень статической неопределимости рамы:

$$n = 3к\text{-}ш = 2 \cdot 3 – 5 = 1.$$

2. Строим единичную и грузовую эпюры изгибающих моментов в основной системе метода сил:

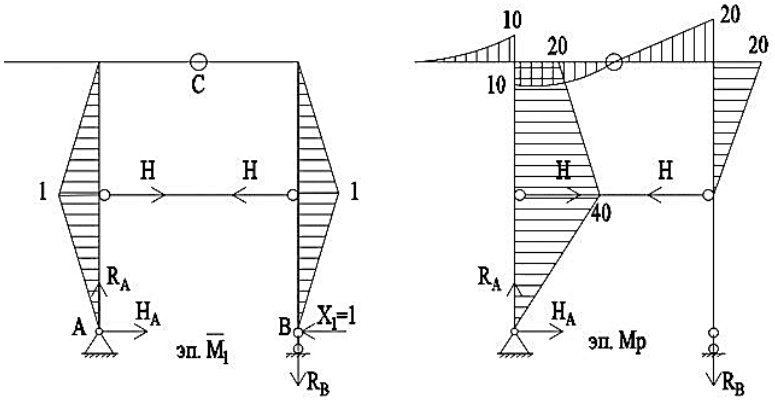

Рисунок 4 – Единичная и грузовая эпюры изгибающих моментов в основной системе метода сил

1. Решаем каноническое уравнение метода сил и строим окончательную эпюру $M_{ок}$:

$$\delta_{11} \cdot x_1 + \Delta_{1p} = 0.$$

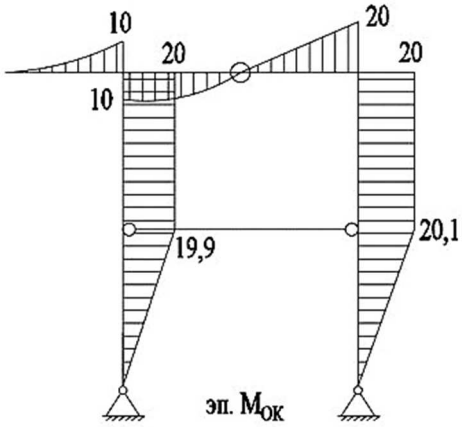

Рисунок 5 – Эпюры изгибающих моментов в основной системе метода сил

Рассмотрев оба случая, можно сделать вывод:

В статически неопределимой системе распространение возникающих внутренних усилий распределяется более равномерно, задействуя все элементы конструкции. Кроме того, максимальный изгибающий момент в статически неопределимой системе меньше, то сечение двутавра в качестве опорного стержня будет меньшего размера, что экономически является более выгодным по сравнению с статически определимой системой.

Литература

1. Молдаванов С.Ю. Строительная механика в примерах и задачах. – Ч. 1: Расчет стати чески определимых шарнирно-стержневых систем : учеб. пособие / С.Ю. Молдаванов, В.Е. Долгополов. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2020. – 368 с.
2. Зубчанинов В.Г. Сопротивление материалов : учеб. пособие. – 2-е изд. – Тверь : ТГТУ, 2005. – Кн. 2. – 352 с.

References

1. Moldavanov S.Yu. Structural mechanics in examples and problems. – Part 1: Calculation of statically determinate hinge-rod systems : textbook / S.Yu. Moldavanov, V.E. Dolgopolov. – Krasnodar : Publ. FGBOU VO «KubSTU», 2020. – 368 p.
2. Zubchaninov V.G. Strength of materials : textbook. – 2nd edition. – Tver : TSTU, 2005. – Book 2. – 352 p.