

В. М. СЕЛЮКОВ

**РАСЧЕТНО-
ПРОЕКТИРОВОЧНЫЕ
РАБОТЫ
ПО СТРОИТЕЛЬНОЙ
МЕХАНИКЕ**

2-е издание, переработанное
и дополненное

Допущено Министерством народного образования БССР
в качестве учебного пособия для студентов вузов,
обучающихся по специальности 29.03
«Промышленное и гражданское строительство»

ББК 38.112я73
С 29
УДК 69.04(075.8)

Рецензенты:

кафедра строительной механики Челябинского политехнического института имени Ленинского комсомола (зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. В. И. Соломин); д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой строительной механики Пензенского инженерно-строительного института А. Н. Раевский

С $\frac{3302000000-00}{М 304(03)-89}$ 27-89

ISBN 5-339-00159-8

© Издательство «Высшая школа», 1989

ПРЕДИСЛОВИЕ

Методы расчета сооружений непрерывно совершенствуются и требуют применения вычислительной техники, возрастает их сложность.

Изучению курса строительной механики в вузах предшествует изучение курсов теоретической механики и сопротивления материалов.

Существующими учебными программами предусматривается выполнение студентами самостоятельных расчетных работ по строительной механике, поэтому объединение сведений из предшествующих курсов и последовательное применение их в конкретных задачах и является целью написания данного пособия. В нем наряду с обычной излагается матричная форма расчетов, наиболее приспособленная к применению ЭВМ.

Настоящее издание учебного пособия значительно переработано и дополнено по сравнению с изданием, вышедшим в 1982 г.

Расширено понятие выбора расчетной схемы сооружения, даются определения внутренних сил в сечениях элементов и правила согласования их эпюр.

Прием определения перемещений по формуле Мора дополнен формулой Симпсона — Корноухова, приводятся примеры расчета рам методом сил на температурные воздействия и рам с наклонными стойками методом перемещений. Введены

примеры расчета на устойчивость рам с одной сжатой стойкой и одним (линейным, угловым) смещением, рассматриваются энергетический метод отыскания частоты собственных колебаний и расчет на гармоническую нагрузку системы с одной степенью свободы в случае, когда возмущающая сила и сила инерции приложены в разных точках, приводится метод последовательных приближений при определении основной частоты собственных колебаний для системы с многими степенями свободы.

Автор выражает благодарность рецензентам, профессорам, докторам технических наук В. И. Соломину и А. Н. Равескому за ценные замечания, способствовавшие улучшению содержания пособия, а также профессору, доктору технических наук Я. Б. Львину и доценту, кандидату технических наук Р. И. Мальцеву за ряд замечаний, учтенных при написании второго издания книги.

Отзывы и замечания просим направлять по адресу: 224017, Брест, ул. Московская, 267, Инженерно-строительный институт.

Автор

ЛИТЕРАТУРА

- Безухов Н. И., Лужин О. В., Колкунов Н. В.* Устойчивость и динамика сооружений в примерах и задачах.— М.: Стройиздат, 1969.— 424 с.
- Бычков Д. В.* Формулы и графики для расчета рам.— 3-е изд., перераб. и доп.— М.: Стройиздат, 1957.— 194 с.
- Довнар Е. П., Коршун Л. И.* Строительная механика.— Мн.: Выш. шк., 1986.— 310 с.
- Киселев В. А.* Строительная механика: Общ. курс.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Стройиздат, 1986.— 520 с.
- Киселев В. А.* Строительная механика: Спец. курс: Динамика и устойчивость сооружений.— 3-е изд., испр. и доп.— М.: Стройиздат, 1980.— 616 с.
- Клейн Г. К., Рекач В. Г., Розенблат Г. И.* Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики.— М.: Высш. шк., 1972.— 320 с.
- Кузьмин Н. Л., Рекач В. Г., Розенблат Г. И.* Сборник задач по курсу строительной механики.— 2-е изд.— М.: Госстройиздат, 1962.— 332 с.
- Рабинович И. М.* Основы строительной механики стержневых систем.— М.: Стройиздат, 1960.— 519 с.
- Рабинович И. М.* Курс строительной механики: В 2 ч.— М.: Гос. изд-во лит. по стр-ву и архитектуре, 1954.— Ч. II.— 544 с.
- Раевский А. Н.* Основы расчета сооружений на устойчивость.— М.: Высш. шк., 1962.— 160 с.
- Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики (статика стержневых систем)/Г. К. Клейн, Н. Н. Леонтьев, М. Г. Ванюшенков и др.— М.: Высш. шк., 1980.— 384 с.
- Смирнов В. А., Иванов С. А., Тихонов М. А.* Строительная механика.— М.: Стройиздат, 1984.— 208 с.
- Строительная механика/А. В. Дарков, Г. К. Клейн, В. И. Кузнецов и др.— 7-е изд., перераб. и доп.— М.: Высш. шк., 1976.— 596 с.
- Строительная механика: Стержневые системы/А. Ф. Смирнов, А. В. Александров, Б. Я. Лашеников и др.— М.: Стройиздат, 1981.— 512 с.
- Строительная механика: Динамика и устойчивость сооружений/А. Ф. Смирнов, А. В. Александров, Б. Я. Лашеников и др.— М.: Стройиздат, 1984.— 416 с.
- Снитко Н. К.* Строительная механика.— 3-е изд., перераб.— М.: Высш. шк., 1980.— 431 с.
- Филин А. П.* Матрицы в статике стержневых систем и некоторые элементы использования ЭЦВМ.— Л.; М.: Стройиздат, 1966.— 437 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ *

Арка бесшарнирная 131, 133
— трехшарнирная 27, 28

Балка многопролетная статически
определимая 14
— неразрезная 112

Вектор главный 11, 12
Ветвь линии влияния 18
Воздействие кратковременное 7
— особое 7
Выбор схемы расчетной 6, 7

Гибкость стержня 160

Диаграмма совмещенная (Максвел-
ла — Кремоны) 42
Диск 8, 10

Контур 9
Коэффициент гармонической нагруз-
ки динамический 170, 181
— вида δ_{ii} главный 70
— — побочный 70, 71

Линия влияния величины 15

Масса парная 172
— эквивалентная 175
Матрица влияния 21—23
— диагональная 64
— квадратная 116
— квазидиагональная 66
Метод последовательных приближе-
ний 179
— сил 70
— фокусов 112, 113
Момент главный 11, 12
— изгибающий 13

Нагрузка вибрационная 151
— временная длительная 7
— гармоническая 167
— кратковременная 7
— критическая 151
— подвижная 151
— постоянная 7
— ударная 151

Определение знака поперечной силы
72
— опорных реакций 11—14
— перемещений в статически опреде-
лимых стержневых системах 56—
67
— сил взаимодействия элементов си-
стемы 11—14
Отношение моментное фокусное 113

Панель 42
Перемещение единичное 70
Получение основной системы при
расчете рам по методу перемеще-
ний 90—92
Построение эпюр 19
Потеря устойчивости первого рода
151, 152
— — второго рода 151, 152
Правило согласованности эпюр 30
Прием определения частоты собст-
венных колебаний энергетический
170
— — — — статический 169, 173
Применение матриц влияния 20—26
Проверка рамы кинематическая 72
— — построчная 71
— — универсальная 71

Рама 69
— многопролетная 15
Распор 131
Расчет арки трехшарнирной 27—40
— многопролетных балок 14—18
— — рам 14—20
— сооружения динамический 168
— неразрезных балок 112—130
— плоских рам методом сил 69—89

* Составлен Ж. И. Васюк.

- — — — перемещений 89—112
- — — на устойчивость 151—188
- — статически неопределимых ферм 141—150
- рам 18—20, 27—40
- рамы на изменение температуры 87—89
- — со сжатыми элементами на устойчивость методом перемещений 152—167
- статически неопределимых арок 130—141
- — — стержневых систем 68—151
- стержневых систем на воздействие нагрузки, меняющейся по гармоническому закону 167—188
- ферм 41—55
- — на неподвижную нагрузку 41—45
- — на подвижную нагрузку 45—50
- — с внутренними лишними связями 141

Реакция опорная 11, 14
Ригель 159

Сила единичная 183

- инерционная 170
- поперечная 13
- продольная 13, 19

Связь опорная 10

- простая 5

Система геометрически неизменяемая 12

- двухдисковая 53—55

- трехдисковая 53—55

- с симметричными неизвестными 84

- с обратносимметричными неизвестными 84

- статически неопределимая 68

- — определимая 10, 12

- стержневая 41

- — плоская статически определимая 5—56

Составление матриц влияния 20—27, 50—53

Составляющая реакций вертикальная 27

- — горизонтальная 27

Состояние равновесия сооружения критическое 151

Степень свободы 7, 168, 169, 171

Стержень «нулевой» 42

Схема сооружения геометрически неизменяемая 7

- — расчетная 5—10

Узел стержней 41

Уравнение каноническое 70, 72

- трех моментов 113

- частот 171

Усилие симметричное 71

- обратносимметричное 71

Ферма плоская 41

Фокус моментный 113

- пролета левый 113, 128

- — правый 113, 128

Форма определения перемещений матричная 61—67

- расчета матричная 72

- — статически неопределимых ферм матричная 143

Центр арки упругий 132, 133

Шарнир фиктивный 8

Элемент шпренгельный 42, 43

- шпренгельных устройств 51

Эпюра грузовая 70

- единичная 70, 131

- моментов объемлющая 119

- объемлющая 26

Эффект динамического действия вибрационной нагрузки 170

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
-------------	---

Глава 1. Расчет плоских статически определимых стержневых систем

1.1. Понятие о расчетной схеме сооружения и кинематическом анализе расчетной схемы	5
1.2. Определение опорных реакций и сил взаимодействия элементов системы	11
1.3. Расчет многопролетных балок и рам	14
1.4. Составление и применение матриц влияния для многопролетных балок и рам	20
1.5. Расчет трехшарнирной арки и рамы с построением эпюр M , Q , N и линий влияния	27
1.6. Расчет ферм	41
1.6.1. Общие положения	41
1.6.2. Расчет ферм на неподвижную нагрузку	41
1.6.3. Расчет ферм на подвижную нагрузку	45
1.6.4. Составление и применение матриц влияния при расчете ферм	50
1.7. Принципы построения эпюр изгибающих моментов от сосредоточенных сил и моментов	53

Глава 2. Определение перемещений в статически определимых стержневых системах

2.1. Общие сведения	56
2.2. Методика определения перемещений в статически определимых системах	56
2.3. Матричная форма определения перемещений в стержневых системах	61

Глава 3. Расчет статически неопределимых стержневых систем

3.1. Общие положения	68
3.2. Расчет плоских рам методом сил	69
3.3. Расчет плоских рам методом перемещений	89
3.4. Расчет неразрезных балок	112
3.5. Расчет статически неопределимых арок	130
3.6. Расчет плоских статически неопределимых ферм	141

Глава 4. Расчет плоских рам на устойчивость и вынужденные колебания

4.1. Общие положения	151
4.2. Расчет рамы со сжатыми элементами на устойчивость методом перемещений	152
4.3. Расчет стержневых систем на воздействие нагрузки, меняющейся по гармоническому закону	167
Приложения	189
Литература	201
Предметный указатель	202

Учебное издание

Селюков Владимир Михайлович

**РАСЧЕТНО-ПРОЕКТИРОВОЧНЫЕ
РАБОТЫ
ПО СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКЕ**

Редактор Ж. И. Васюк
Младший редактор А. П. Берлина
Художник переплета С. В. Баленок
Художественный редактор И. А. Демковский
Технический редактор И. П. Тихонова
Корректор Т. М. Рутковская

ИБ № 2825

Сдано в набор 7.04.89. Подписано в печать 31.03.89. АТ 10309. Формат 60×90/16. Бумага кн.-журн. Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл. печ. л. 13. Усл. кр.-отт. 13. Уч.-изд. л. 15,17. Тираж 6000 экз. Зак. 1804. Цена 95 к.

Издательство «Вышэйшая школа» Государственного комитета БССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 220048, Минск, проспект Машерова, 11.

Отпечатано с набора минского ордена Трудового Красного Знамени полиграфкомбината МППО им. Я. Коласа. 220005, Минск, ул. Красная, 23 в типографии им. Франциска Скорины издательства «Наука и техника». 220072. Минск, Ленинский проспект, 68. Зак. 819.

Селюков В. М.

- С29** Расчетно-проектировочные работы по строительной механике: Учеб. пособие для вузов.— 2-е изд., перераб. и доп.— Мн.: Выш. шк., 1989.—205 с.: ил.
ISBN 5-339-00159-8.

В пособии, составленном в соответствии с действующими в настоящее время программами курса, последовательно изложен материал, относящийся к выполнению расчетно-проектировочных работ по статически определенным и статически неопределеным стержневым системам, по устойчивости и динамике сооружений. Теоретический материал дополняется примерами расчета в обычной и матричной форме.

Первое издание вышло в 1982 г.

Для студентов строительных специальностей вузов.

С $\frac{330200000-040}{М 304(03)-89}$ 27—89

ББК 38.112я73