

Гиренко С.В., Криксунов Э.З., Перельмутер А.В., Перельмутер
М.А., Фиалко С.Ю.

SCAD Office.

Электронные справочники

**издание пятое исправленное
и дополненное**

электронная версия



Киев • 2024 г.

ISBN 978-617-7031-92-4

Гиренко С.В., Криксунов Э.З., Перельмутер А.В., Перельмутер М.А., Фиалко С.Ю.
SCAD Office. Электронные справочники: — 2024.— 113 с.

В книге приводятся описание функциональных возможностей программ **КУСТ** и **КоКон**, технологии их использования и рекомендации по применению.

Программа предназначена для специалистов-проектировщиков, обладающих минимальными навыками работы с компьютером.

© Коллектив авторов, 2024 г.

Оглавление

1. ПРОГРАММА КУСТ – РАСЧЕТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК	6
1.1 ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ	6
Управление программой	7
Элементы управления	9
Настройки	10
Свойства материалов	12
Моменты инерции	12
1.2 УСТОЙЧИВОСТЬ РАВНОВЕСИЯ	13
Однопролетные стержни постоянного сечения на жестких опорах	13
Однопролетные стержни на упруго смещающихся и упруго поворачивающихся опорах	14
Однопролетные стержни переменного сечения на жестких опорах	15
Однопролетные прямые стержни постоянного сечения на упругом основании	17
Многопролетные стержни постоянного сечения на упругих опорах	18
Круговое кольцо	19
Круговые арки (устойчивость в плоскости)	21
Параболические арки (устойчивость в плоскости)	23
Пологие двухшарнирные арки (устойчивость в плоскости)	24
Устойчивость плоской формы изгиба тонкостенных балок	25
Прямоугольная пластинка	26
Круглая пластинка	27
Косоугольная пластинка	29
Цилиндрическая панель	30
Коническая панель	31
Сферическая панель	32
Круговая цилиндрическая оболочка	33
Эллиптическая цилиндрическая оболочка	35
Усеченная коническая круговая оболочка	36
Сферическая оболочка	37
1.3 ЧАСТОТЫ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ	38
Однопролетные стержни постоянного сечения на жестких опорах	38
Однопролетные стержни на упругом основании	39
Стержни переменного сечения	40
Круговые кольца	41
Струны	42
Прямоугольные плиты	43
Круговые плиты	45
Цилиндрическая оболочка	46
Коническая оболочка	47
1.4 ДРУГИЕ ЗАДАЧИ О КОЛЕБАНИЯХ. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ О ВНУТРЕННЕМ ТРЕНИИ	48
1.5 СТАТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ	49
Круглые пластинки	49
Прямоугольные пластинки	52
Сферические купола	53
Контактные напряжения	54
1.6 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ	57
Корни полиномов	57
Моменты инерции простых тел	58
Геометрические характеристики	60
Детерминант матрицы	63
Вычисление обратной матрицы	64

Системы линейных уравнений -----	65
Шаг жордановых исключений -----	66
2. ПРОГРАММА КОКОН – КОЭФФИЦИЕНТЫ ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ---	67
2.1 ВВЕДЕНИЕ -----	67
2.2 УПРАВЛЕНИЕ ПРОГРАММОЙ -----	68
2.3 НАСТРОЙКИ -----	69
2.4 ВЫРЕЗЫ И ВЫТОЧКИ -----	72
Эллиптический или U-образный вырез в полубесконечной пластине -----	72
Противостоящие U-образные вырезы в пластине конечной ширины -----	73
Односторонний U-образный вырез в пластине конечной ширины -----	74
Бесконечный ряд двусторонних полукруглых вырезов в пластине конечной ширины -----	75
Односторонний V-образный вырез в пластине конечной ширины -----	75
U-образная выточка на круглом валу -----	76
V-образная выточка на круглом валу -----	77
2.5 ГАЛТЕЛИ -----	78
Ступенчатый плоский стержень с галтелями -----	78
Вал с кольцевой галтелью -----	79
2.6 КРУГЛЫЕ ОТВЕРСТИЯ -----	80
Одинокое круглое отверстие в неограниченной пластине -----	80
Центральное одинокое круглое отверстие в пластине конечной ширины -----	82
Эксцентричное круглое отверстие в пластине конечной ширины -----	84
Два одинаковых круглых отверстия в бесконечной пластине -----	85
Бесконечный ряд круглых отверстий в неограниченной пластине -----	87
Поперечное круглое отверстие в круглом стержне или трубе -----	88
2.7 НЕКРУГЛЫЕ ОТВЕРСТИЯ -----	89
Бесконечный ряд эллиптических отверстий в неограниченной пластине -----	89
Прямоугольное отверстие со скругленными краями в неограниченной пластине -----	89
Прорезь с полукруглыми концами в пластине конечной ширины -----	90
Треугольное отверстие со скругленными краями в неограниченной пластине -----	91
Одинокое эллиптическое отверстие в неограниченной пластине -----	92
Одинокое эллиптическое отверстие в пластине конечной ширины -----	94
Эксцентричное эллиптическое отверстие в пластине конечной ширины -----	95
2.8 КОЭФФИЦИЕНТЫ ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ -----	96
Полоса с центральной поперечной трещиной при изгибе -----	96
Прямоугольная пластина с центральной трещиной при действии на ее берегах сосредоточенных нормальных растягивающих сил -----	96
Прямоугольная пластина с центральной трещиной при действии на внешнем контуре сосредоточенных нормальных растягивающих сил -----	97
Прямоугольная пластина с центральной трещиной при действии на внешнем контуре сосредоточенных продольных сжимающих сил -----	97
Прямоугольная пластина с центральной трещиной при равномерном растяжении или смещении краёв -----	98
Полоса с центральной поперечной трещиной и закреплёнными краями при растяжении -----	98
Полоса с эксцентрично расположенной поперечной трещиной при растяжении -----	99
Прямоугольная пластина с эксцентрично расположенной трещиной при равномерном растяжении по нормали к линии трещины -----	99
Полоса с центральной продольной трещиной, нагруженной сосредоточенными нормальными растягивающими силами в центре -----	100
Полоса с шарнирно закреплёнными краями и центральной продольной трещиной, нагруженной сосредоточенными нормальными растягивающими силами в центре -----	100
Полоса с закреплёнными краями и центральной продольной трещиной, нагруженной сосредоточенными нормальными растягивающими силами в центре -----	101

<i>Полоса с центральной продольной трещиной при действии равномерного растяжения на внешнем контуре или равномерного внутреннего давления</i>	101
<i>Полоса с центральной продольной трещиной при равномерном смещении закреплённых краёв по нормали к линии трещины</i>	102
<i>Полоса с центральной продольной трещиной при равномерном смещении краёв по нормали к линии трещины без сдвиговых напряжений</i>	102
<i>Полоса с двумя симметричными краевыми трещинами при чистом изгибе</i>	103
<i>Прямоугольная пластина с краевой трещиной на линии симметрии при равномерном растяжении по нормали к линии трещины</i>	103
<i>Полоса с полубесконечной центральной трещиной при постоянном смещении закреплённых граней по нормали к линии трещины</i>	104
<i>Полоса с полубесконечной центральной трещиной при постоянном смещении граней по нормали к линии трещины без сдвиговых напряжений</i>	104
<i>Прямоугольная пластина с краевой трещиной на линии симметрии при смещении закреплённых боковых граней по нормали к линии трещины</i>	105
3. ПРИЛОЖЕНИЕ	106
3.1 РЕДАКТОР МАТЕРИАЛОВ	106
<i>Предварительные сведения</i>	106
<i>Управление программой</i>	107
<i>Элементы управления</i>	108
<i>Настройки</i>	109
<i>Добавление и модификация списка материалов</i>	111
<i>Удаление материала из списка</i>	113
<i>Создание отчета</i>	113
<i>Сохранение базы материалов при обновлении версии</i>	113

1. Программа КУСТ – расчетно-теоретический справочник

1.1 Предварительные сведения

Программа-справочник **КУСТ** разработана фирмой **SCAD Soft** и входит в систему **SCAD Office**. Она предназначена для решения определенного класса задач механики, для которых в литературе приведены аналитические или достаточно точные приближенные решения.

Несмотря на то, что большинство этих задач могут быть решены с помощью программы **SCAD**, использование программы **КУСТ** позволяет получить решение без построения расчетных схем. Кроме того, часть результатов может быть использована для задания данных при построении конечно-элементных моделей (например, коэффициенты расчетной длины, оценки собственных частот и т.п.).

Все решаемые программой задачи объединены в следующие группы:

- устойчивость равновесия;
- частоты собственных колебаний;
- другие задачи о колебаниях;
- статические расчеты;
- вспомогательные вычисления.

Постановка большинства рассматриваемых задач понятна и достаточно проста. В связи с этим в книге приводится лишь краткая их формулировка, перечень необходимых исходных данных и результатов, которые будут получены при их решении. Более подробную информацию можно получить из литературы, приведенной в конце каждого раздела.

Управление программой

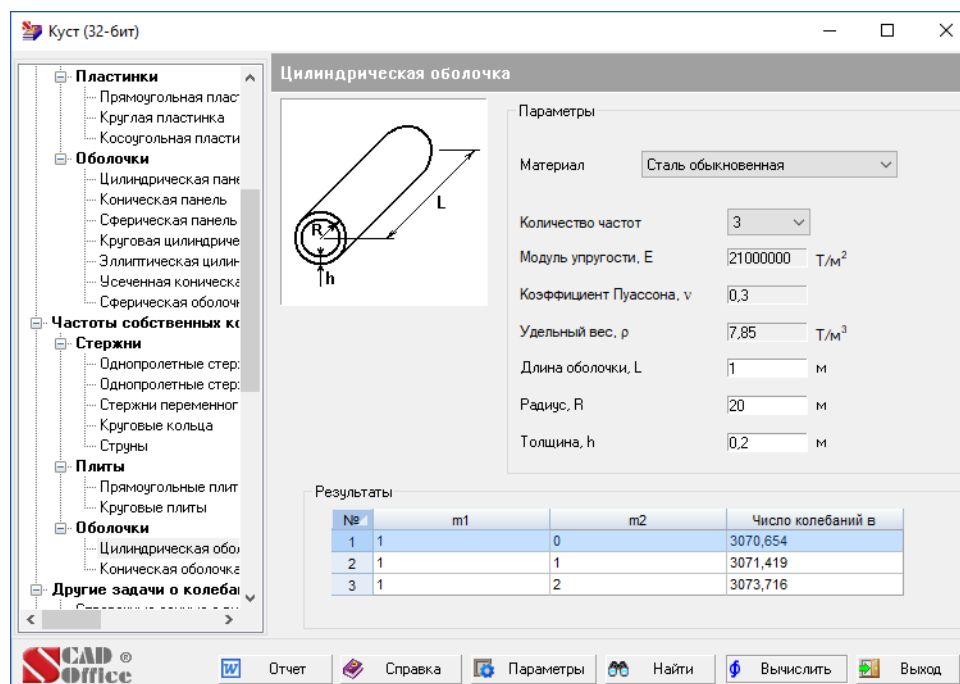


Рис. 1.1-1. Окно программы КУСТ

Окно программы **КУСТ** во всех режимах имеет одинаковый набор элементов управления, к которым относятся:

- дерево задач, которое служит для выбора вида расчета;
- окна ввода, в которых задаются исходные данные;
- поля отображения результатов расчета;
- функциональные кнопки для активизации расчета и вызова различных операций управления (формирование отчета, вызов справки и т. д.)

Дерево задач

Дерево задач построено по трехуровневой схеме. Первый уровень содержит наименование группы задач, например, **УСТОЙЧИВОСТЬ РАВНОВЕСИЯ** или **ЧАСТОТЫ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ**. На втором уровне находится наименование типа конструкции, например, **Стержни**, **Пластины**; на третьем уровне — наименование конкретной задачи. Для вызова задачи следует установить курсор на ее наименование и нажать левую кнопку мыши.

Окна ввода

При задании данных в окнах ввода допускается представление чисел с плавающей запятой (например, 0.214) или в экспоненциальном виде (например, 1.23e5). В качестве разделителя между дробной и целой частью используется точка. Можно использовать и запятую, но это должно быть указано в настройках операционной среды Windows. Контроль корректности введенных данных выполняется в процессе расчета.

Функциональные кнопки

С помощью функциональных кнопок выполняются следующие операции управления программой:

Вычислить — активизация операций проверки корректности исходных данных и выполнения расчета;

Отчет — формирование отчета с результатами расчета;

Параметры — активирует режим настройки параметров (см. ниже);

Справка — справочная информация по программе **КУСТ**;

Найти — поиск в дереве задач по контексту в наименовании задачи. Поиск выполняется в диалоговом окне **Поиск по дереву задач** (рис. 1.1-2), в котором следует задать искомый текст и нажать кнопку **Найти**. После этого в списке **Результаты поиска** появляется перечень всех задач, в наименовании которых присутствует заданный текст.

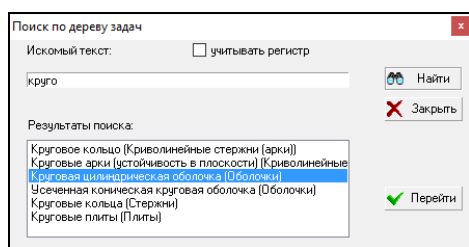


Рис. 1.1-2. Диалоговое окно
Поиск по дереву задач

Если установить курсор на нужную задачу и нажать кнопку **Перейти**, то управление в дереве будет передано указанной задаче. Для выполнения расчета следует закрыть диалоговое окно поиска.

Выход — конец работы с программой.

Расчет

Для выполнения расчета следует выбрать в дереве задачу, задать исходные данные в полях ввода и нажать кнопку **Вычислить**.

Элементы управления

Реализованные в программах принципы и элементы управления обеспечивают единообразие функций диалога. Программы используют известную технику работы с диалоговыми окнами. В качестве элементов управления и способов доступа к информации используются:

- функциональные кнопки, «нажатие» которых (оно реализуется установкой курсора на кнопку и щелчком левой кнопки мыши) приводит к активизации определенных функций или режимов;
- маркеры различного вида, которые позволяют осуществить выбор из набора предлагаемых вариантов;
- поля ввода информации, с помощью которых задаются исходные данные для расчета. Исходными данными всегда являются числа. Если вводится нецелое число, то целая часть отделяется от дробной части точкой или другим разделителем. Разделители назначаются пользователем при настройке операционной системы (см. **Settings (Установки) | Regional Settings (Языки и стандарты) | Number (Числа)**). Кроме того, предусмотрена возможность ввода чисел в экспоненциальной форме, например: $1.56e-7$ (при задании числовых данных можно вводить не только числа, но и простые арифметические выражения, например, $0.9*190.8+4.5$);
- выпадающие и развернутые списки для выбора данных;
- таблицы — для ввода и отображения табличных данных;
- динамическая оцифровка графика, с помощью которой для указанного курсором аргумента на экран монитора выводятся значения функции.

Настройки

Это окно может быть вызвано в любой момент работы КУСТ. С его помощью выполняется настройка общих параметров работы. Окно содержит закладки: **Единицы измерения**, **Отчет и языки**, **Визуализация**, **Каталоги сечений** и **Общие параметры**.

Каждой из закладок соответствует страница, которая обеспечивает выбор определенного вида параметров настройки.

Страница **Единицы измерения** (рис. 1.1-3) определяет используемые единицы измерения величин. Она имеет две группы данных. В первой задаются единицы измерения, применяемые для определения размеров конструкции, сил, моментов и т. д. Для составных единиц (таких, как давление) предусмотрена возможность (кнопка ) раздельного выбора единиц измерения составляющих (например, единиц измерения сил и единиц измерения линейных величин для давления). Вторая группа позволяет регулировать форму представления и точность задания данных. Специальные элементы управления используются для назначения форматов представления данных. Здесь задается количество значащих цифр при представлении данных в форме с десятичной точкой или в экспоненциальном представлении.

Точность представления данных (количество значащих цифр после запятой) назначается с помощью кнопок  (уменьшить) и  (увеличить), а установка экспоненциальной формы числа — кнопкой . Кроме того, в соответствующих окнах ввода можно определить, какое значение той или иной единицы следует интерпретировать как очень малое, и при визуализации соответствующих данных показывать как 0, если значение по абсолютной величине меньше заданного.

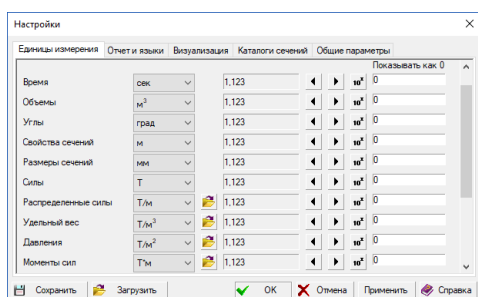


Рис. 1.1-3. Страница Единицы измерения

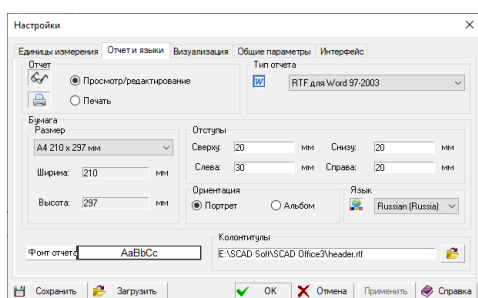


Рис. 1.1-4. Страница Отчет и языки

Страница **Отчет и языки** (рис. 1.1-4) дает возможность выбрать язык, на котором будут представлены все тексты в управляющих окнах и оформлен отчет.

Для работы с отчетным документом может быть выбран режим **Просмотр/Редактирование** или режим **Печать**.

В режиме **Просмотр/Редактирование** нажатие на кнопку **Отчет** в любом рабочем окне позволяет просмотреть текст отчета на экране и отредактировать его. Для этого вызывается приложение, ассоциированное с форматом RTF (Rich Text Format) файла (например, **WORDPAD** или **WORD**). Естественно, что за исправления, внесенные в текст отчета (а могут быть исправлены и результаты расчета), ответственность несет пользователь. Существуют различия в формате RTF файлов, которые используются программами **MS Word v.7** и **WordPad** или программой **MS Word 97 (2000)**. В связи с этим программа предоставляет возможность выбора формата RTF в режиме **Тип отчета**. Кроме того, в этом списке присутствует возможность выбора формата RTF, совместимого с **OpenOffice**, или форматов **PDF**, **DOC**, **HTML**.

Нажатие кнопки **Печать** в группе **Отчет** вызывает печать отчета в той форме, в которой он сформирован программой.

В строке **Колонтитулы** рассматриваемой страницы можно указать имя RTF-файла, из которого берутся колонтитулы для оформления страниц отчетного документа, или нажатием кнопки выбрать в списке существующий файл.

Замечание. Если вы хотите модифицировать поставляемый с программой RTF-файл колонтитулов, то при использовании для этого программы MS Word следует помнить, что недостаточно просто ввести новый текст, нужно еще использовать меню **Tools|Language|Set**

Language (Сервис|Язык|Выбрать язык) и установить для вновь введенного текста язык, например, «Русский».

Опция **Размер бумаги** позволяет установить формат бумаги, на которой печатается отчет (размер выбирается из выпадающего списка). Помимо этого, можно установить отступы и ориентацию листа при формировании отчетного документа.

Фонт отчета предназначен для выбора типа фонта в отчетных документах. Двойной щелчок левой кнопки мыши позволяет активировать стандартное окно Windows для настройки шрифта. При формировании отчетов программа будет использовать только выбранный тип шрифта (стиль и размер назначаются программой).

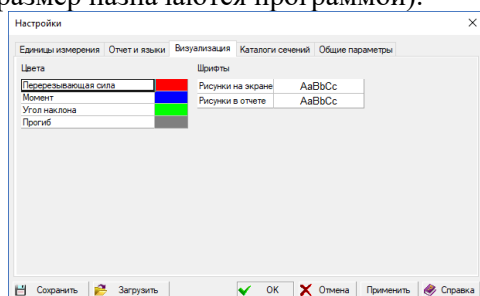


Рис. 1.1-5. Страница Визуализация

На странице **Визуализация** (рис. 1.1-5) имеются две группы элементов управления **Цвета** и **Шрифты**. В каждой группе находится список элементов управления и показаны соответствующие атрибуты (цвет, шрифт). Двойной щелчок левой кнопки мыши позволяет активировать стандартное окно Windows для настройки цвета/шрифта.

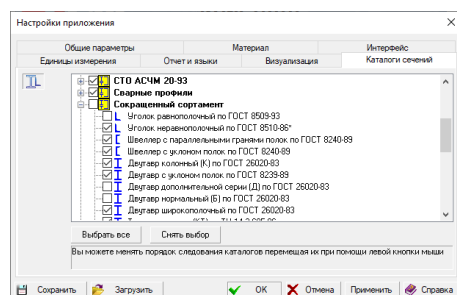


Рис. 1.1-6. Страница Каталоги сечений

На странице **Каталоги сечений** (рис. 1.1-6) выбираются каталоги сортамента металлопроката, которые будут использоваться в программе при формировании сечений. Каталоги представлены в виде дерева (каталоги и семейства). Возле каждого семейства имеется маркер. Семейства, у которых маркер снят, не будут появляться в программе. Каталоги можно расположить в удобном для работы порядке (в этом порядке они будут находиться в списке или в диалоговых окнах для выбора элементов металлопроката). Смена порядка следования осуществляется путем перемещения нужного каталога при помощи правой кнопки мыши.

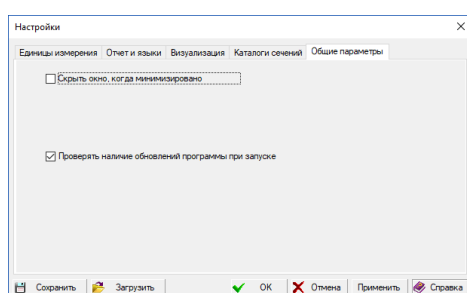


Рис. 1.1-7. Страница Общие параметры

На странице **Общие параметры** (рис. 1.1-7) можно выставить маркер **Скрывать окно, когда минимизировано**, и тогда при минимизации окна программы оно исчезнет из панели задач, а в “tray”-область попадет икона. Из “tray”-области окно восстанавливается левой кнопкой мыши, правой – открывается контекстное меню.

Кроме того, на этой странице можно выставить маркер **Проверять наличие обновлений программы при запуске**. Если маркер установлен, то при каждом запуске программа будет проверять наличие новой версии на сайте компании и при обнаружении нового релиза выдавать соответствующее сообщение.

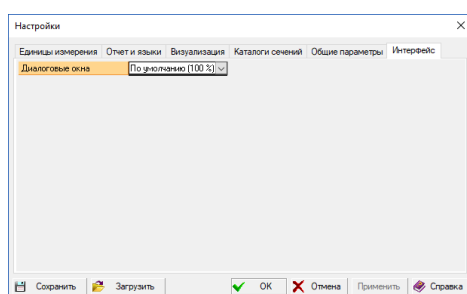


Рис. 1.1-8. Страница Интерфейс

На странице **Интерфейс** (рис. 1.1-8) можно установить масштаб для диалоговых окон.

Возможности, которые предоставлены на этой странице, предназначены в первую очередь для настроек параметров при работе на HiDPI мониторах.

Настройки программы можно сохранить во внешнем файле, используя кнопку **Сохранить**, и в дальнейшем загрузить этот файл (кнопка **Загрузить**).

Свойства материалов

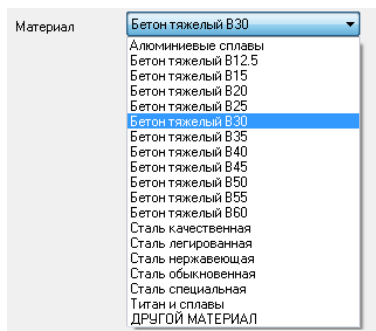


Рис. 1.1-9. Выпадающий список
Материалы

Для многих задач, решаемых программой **КУСТ**, требуется задание физических свойств материала, из которого изготовлена конструкция. Задание этой информации в большинстве режимов унифицировано. Это делается с помощью выпадающего списка (см. рис. 1.1-9), в котором можно выбрать материал. При этом все данные будут взяты из базы данных, поставляемой с программой. Для контроля программа показывает свойства выбранного материала (как правило, это модуль упругости, коэффициент Пуассона, ...).

Добавить, изменить или удалить данные из базы данных материалов можно с помощью программы **Редактор материалов**, описанной в приложении. Если выбрать последний пункт в списке “ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ”, то в соответствующих окнах ввода появится возможность ввести данные о механических свойствах требуемого материала, который отсутствует в базе. Естественно, перед расчетом программа произведет контроль правильности введенной информации (например, нельзя задать коэффициент Пуассона больше 0.5, ...).

Моменты инерции

Во многих случаях (если рассматриваются стержневые конструкции) в качестве исходных данных требуется задать момент инерции сечения. Если конструкция изготовлена из прокатного профиля, то для упрощения задания этих данных в программе предусмотрена сервисная функция, которая активируется кнопкой .

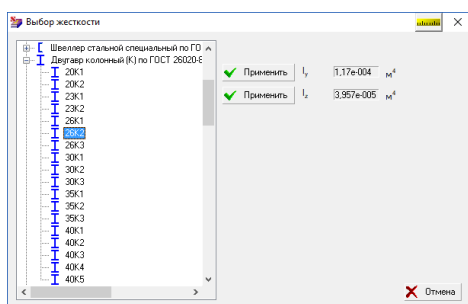


Рис. 1.1-10. Диалоговое окно **Выбор жесткости**

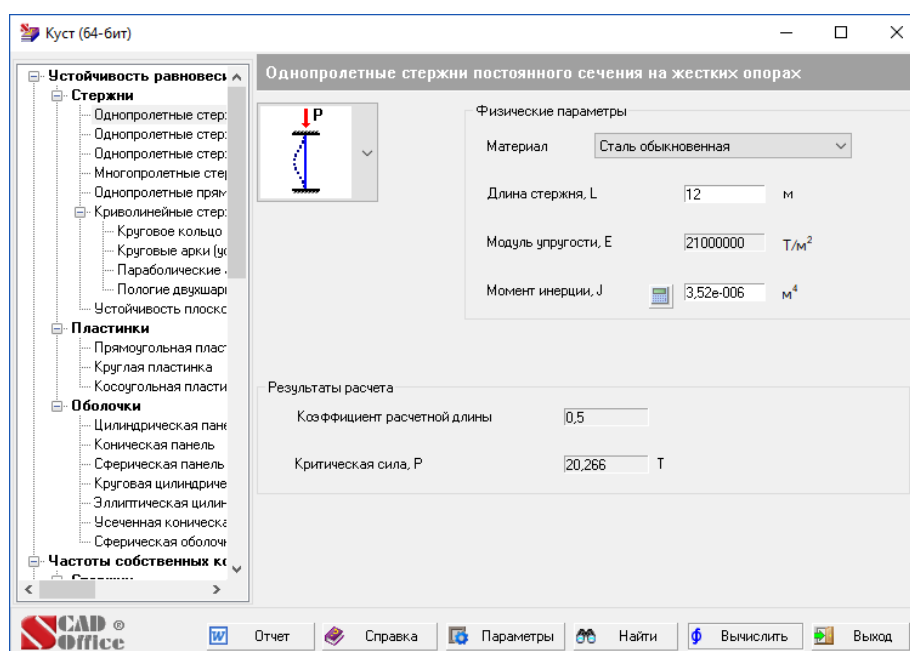
При этом появляется диалоговое окно (рис. 1.1-10), в котором расположено дерево со списком прокатных профилей. Выбрав нужный профиль, пользователь получает информацию о моментах инерции относительно осей Y и Z выбранного сечения (предполагается, что ось X направлена вдоль оси стержня). Нажатие одной из кнопок **Применить**, расположенных возле I_y и I_z , приводит к автоматическому переносу информации о моменте инерции в соответствующее окно ввода.

1.2 Устойчивость равновесия

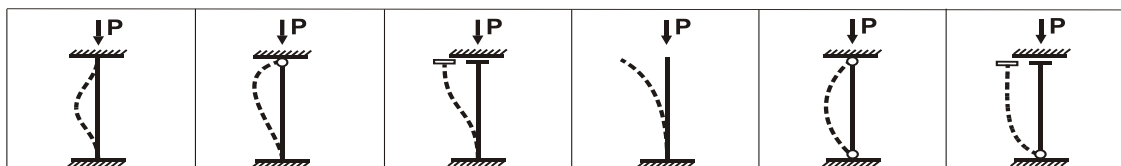
В данном разделе собраны задачи, связанные с устойчивостью равновесия различных конструкций (определение критических сил/напряжений и вычисление коэффициентов расчетной длины для стержневых элементов). Для оболочечных конструкций, как правило, определяются *верхние* критические нагрузки (то есть наибольшая нагрузка, до которой исходное состояние равновесия является устойчивым по отношению к малым возмущениям (устойчивость в малом)).

Однопролетные стержни постоянного сечения на жестких опорах

Рассматриваются однопролетные стержни постоянного сечения на жестких опорах при различных концевых закреплениях под действием сжимающей продольной силы P .



Рассмотрены следующие виды концевых закреплений:



Выбор вида концевой заделки осуществляется в выпадающем списке. В качестве исходных данных следует задать информацию о длине стержня, моменте инерции поперечного сечения стержня в плоскости, в которой ожидается выпучивание, модуле упругости (последний может быть назначен путем выбора материала из базы данных или задан явно, если в списке материалов указан пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ).

Если поперечное сечение является прокатным профилем, то момент инерции может быть взят из базы данных профилей с помощью кнопки , описанной выше в разделе “Моменты инерции”.

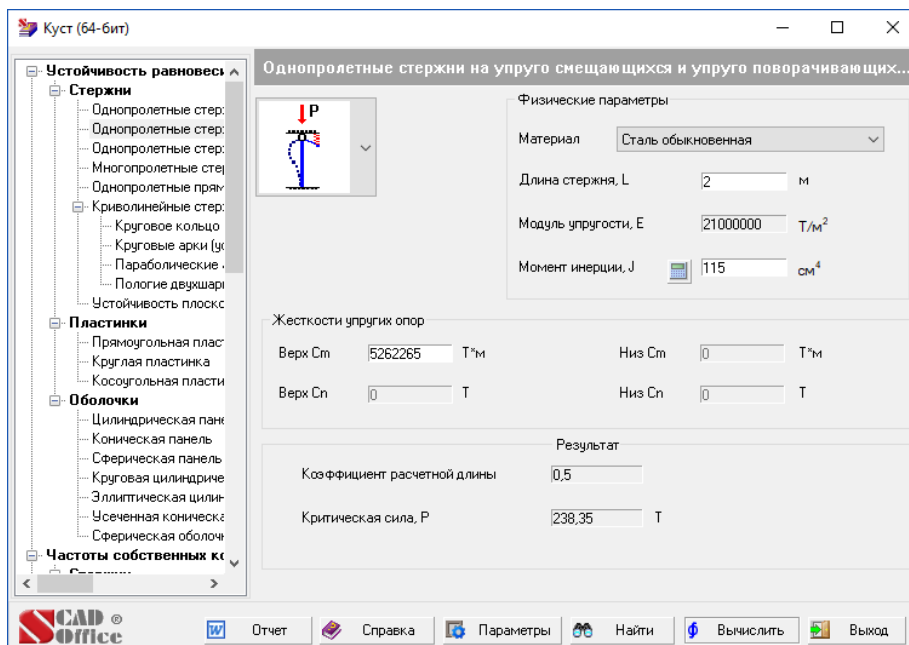
Результатом расчета является *коэффициент расчетной длины* (отношение эффективной длины к фактической длине стержня) и *значение критической силы*.

Литература

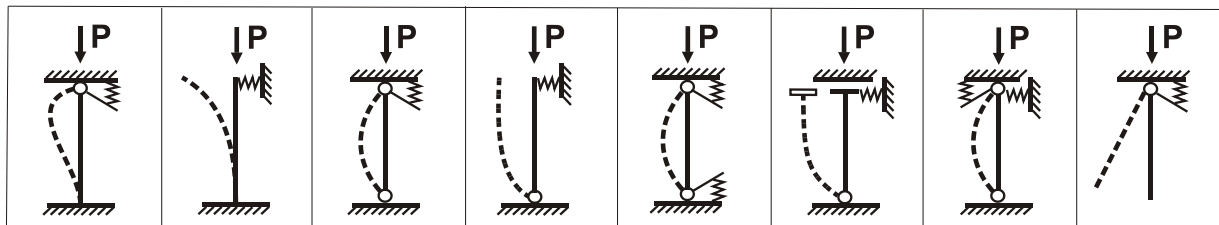
1. Тимошенко С., Гере Д., *Механика материалов*, Санкт-Петербург—Москва, Изд-во «Лань», 2002 — 669 стр.

Однопролетные стержни на упруго смещающихся и упруго поворачивающихся опорах

Рассматриваются однопролетные стержни постоянного сечения на упруго смещающихся и/или упруго поворачивающихся опорах при различных концевых закреплениях под действием сжимающей продольной силы P .



Рассмотрены следующие виды концевых закреплений:



Выбор вида концевого закрепления осуществляется в выпадающем списке. В качестве исходных данных следует задать информацию о длине стержня, моменте инерции поперечного сечения стержня в плоскости, в которой ожидается выпучивание, модуле упругости (последний может быть назначен путем выбора материала из базы данных или задан явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ). Кроме того, в зависимости от выбранной схемы нужно задать данные о жесткости опор.

Если поперечное сечение является прокатным профилем, то момент инерции может быть взят из базы данных профилей с помощью кнопки , описанной выше в разделе “Моменты инерции”.

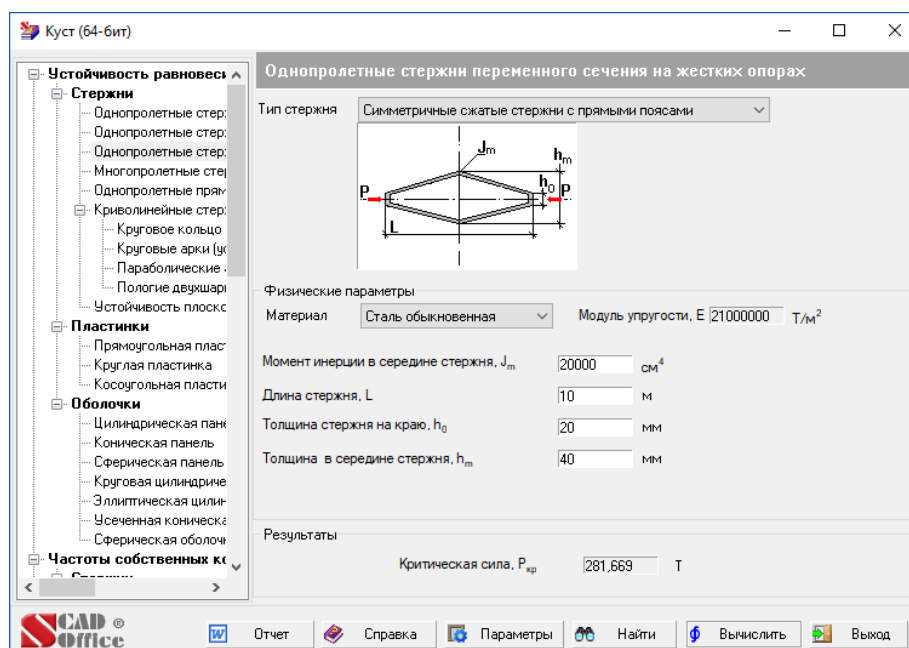
Результатом расчета является коэффициент расчетной длины (отношение эффективной длины к фактической длине стержня) и значение критической силы.

Литература

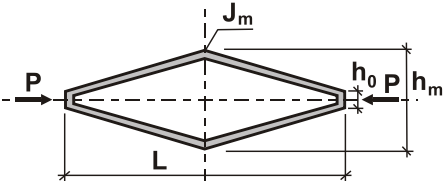
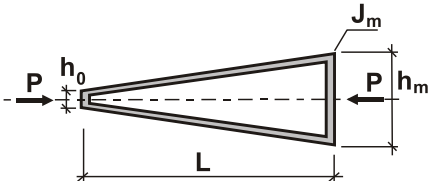
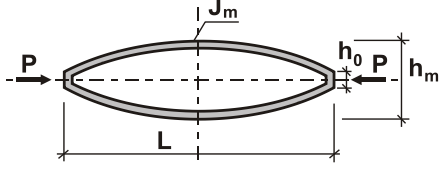
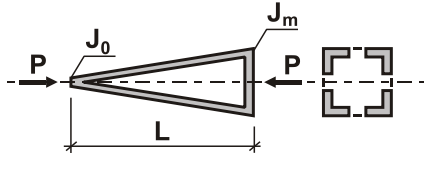
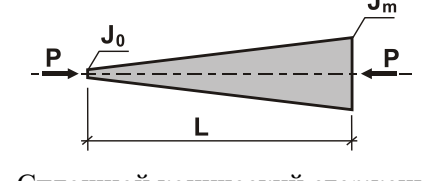
1. Гольденблат И.И., Сизов А.М., *Справочник по расчету строительных конструкций на устойчивость и колебания*, Гос. изд-во литературы по строительству и архитектуре, М.-Л., 1952. — 251 стр. (см. Главу 2).

Однопролетные стержни переменного сечения на жестких опорах

Изучается устойчивость равновесия однопролетных стержней переменного сечения на жестких опорах под действием сжимающей продольной силы P .



Рассмотрены следующие виды конструкций:

 Симметричные сжатые стержни с прямыми поясами	 Несимметричные сжатые стержни с прямыми поясами
 Симметричные сжатые стержни с параболическими поясами	 Колонна из четырех уголков
 Сплошной конический стержень	

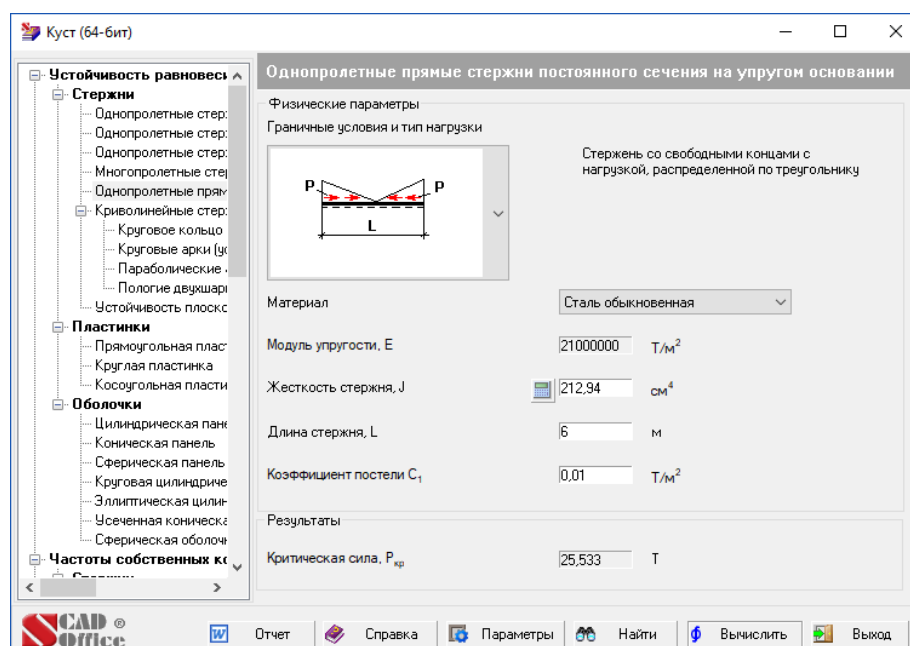
Выбор вида конструкции осуществляется в выпадающем списке. В качестве исходных данных следует задать информацию о длине стержня и, в зависимости от рассматриваемой конструкции, данные о моменте инерции поперечного сечения и толщине стержня на краю и в середине.

Результатом расчета является значение критической силы.

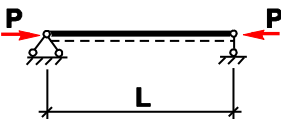
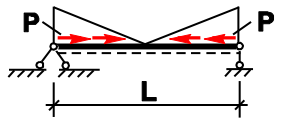
Литература

1. Блейх Ф., *Устойчивость металлических конструкций*, М., Физматгиз, 1959 — 544 стр. (см. стр. 214-219).
2. Тимошенко С.П., *Устойчивость упругих систем*, Государственное изд-во технико-теоретической л-ры, М., 1955 — 567 стр. (см. стр. 148-151).

Однопролетные прямые стержни постоянного сечения на упругом основании



Устойчивость равновесия однопролетных стержней постоянного сечения на упругом основании при следующих вариантах закрепления и нагрузок:

 Шарнирно опертый стержень на упругом основании	 Стержень со свободными концами на упругом основании
 Шарнирно опертый стержень с нагрузкой, распределенной по треугольнику	 Стержень со свободными концами с нагрузкой, распределенной по треугольнику

Выбор варианта закрепления и нагрузок осуществляется в выпадающем списке. В качестве исходных данных следует задать информацию о длине стержня, моменте инерции поперечного сечения (жесткости) стержня, модуле упругости (последний может быть назначен путем выбора материала из базы данных или задан явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ) и коэффициенте постели (винклеровском) C_1 .

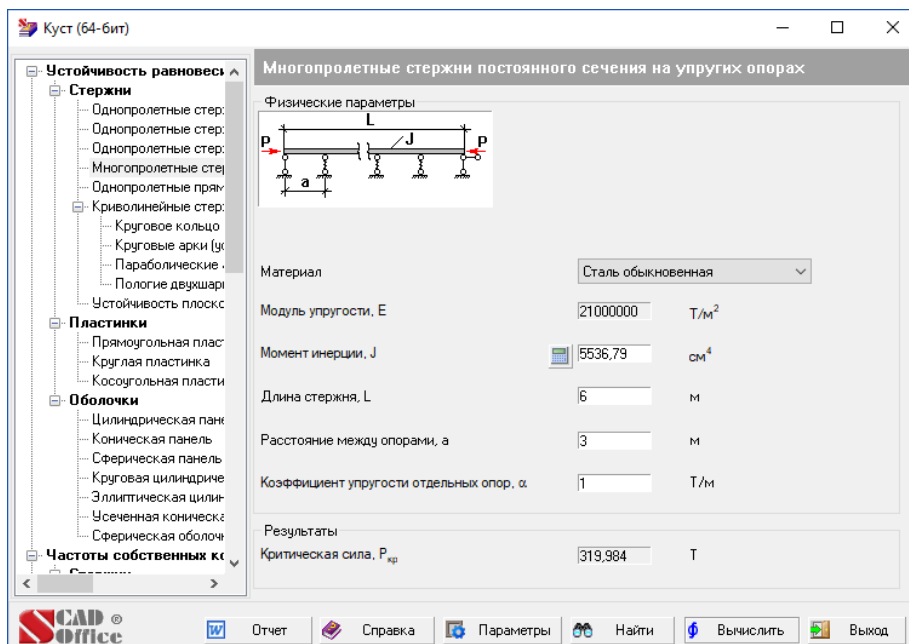
Если поперечное сечение является прокатным профилем, то момент инерции может быть взят из базы данных профилей с помощью кнопки , описанной выше в разделе "Моменты инерции".

Результатом расчета является значение критической силы.

Литература

1. Гольденблат И.И., Сизов А.М., *Справочник по расчету строительных конструкций на устойчивость и колебания*, Гос. изд-во литературы по строительству и архитектуре, М.-Л., 1952. — 251 стр. (см. стр. 57 § 12).
2. *Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический* (под редакцией А.А. Уманского) — М., Гос. изд-во литературы по строительству и архитектуре, М.-Л., 1960. — 1040 стр. (см. стр. 779, § 16.1.3).

Многопролетные стержни постоянного сечения на упругих опорах



Рассматривается устойчивость равновесия многопролетного стержня постоянного сечения на упругих опорах.

В качестве исходных данных следует задать информацию о длине стержня, моменте инерции поперечного сечения (жесткости) стержня, модуле упругости (последний может быть назначен путем выбора материала из базы данных или задан явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ), расстоянии между опорами и коэффициенте упругости отдельных опор.

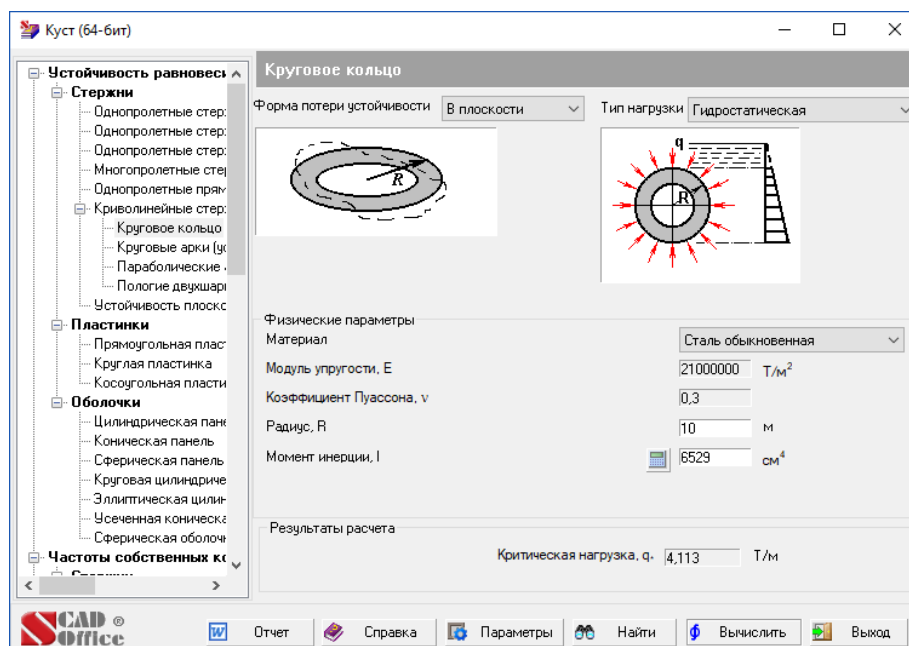
Если поперечное сечение является прокатным профилем, то момент инерции может быть взят из базы данных профилей с помощью кнопки , описанной выше в разделе “Моменты инерции”.

Результатом расчета является значение критической силы.

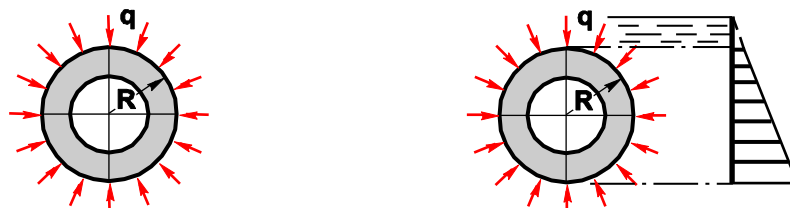
Литература

1. Тимошенко С.П., *Устойчивость упругих систем*, Государственное изд-во технико-теоретической литературы, М., 1955 — 567 стр. (см. стр. 113).

Круговое кольцо

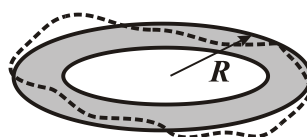


Рассматривается круговое кольцо под действием равномерного внешнего (полярного) давления или гидростатической нагрузки.



Изучается критическая нагрузка, которая приводит к потере устойчивости в плоскости кольца или из плоскости кольца.

Потеря устойчивости в плоскости кольца характеризуется появлением изгибных перемещений в этой плоскости.



Потеря устойчивости из плоскости кольца характеризуется появлением изгибных перемещений перпендикулярных этой плоскости.



В качестве исходных данных следует задать информацию об интересующей форме потери устойчивости (в плоскости/из плоскости), типе нагрузки (полярная/гидростатическая), радиусе кольца, моменте инерции поперечного сечения кольца, модуле упругости и коэффициенте Пуассона материала кольца (последние могут быть назначены путем выбора материала из базы данных или заданы явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ).

В зависимости от выбранной формы потери устойчивости (в плоскости/из плоскости) нужно соответственно задавать момент инерции сечения кольца в его плоскости или в направлении ортогональном плоскости кольца.

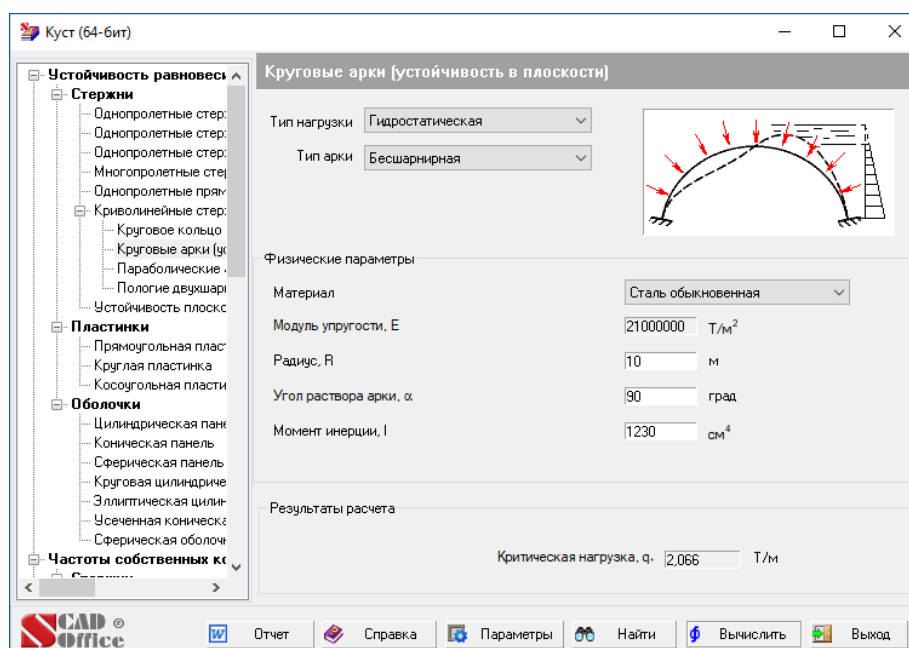
Если поперечное сечение кольца является прокатным профилем, то момент инерции может быть взят из базы данных профилей с помощью кнопки , описанной выше в разделе “Моменты инерции”.

Результатом расчета является *значение критической нагрузки*.

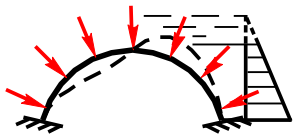
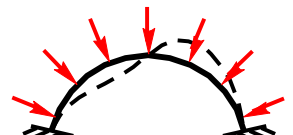
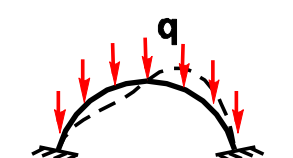
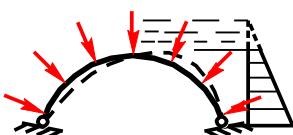
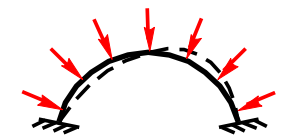
Литература

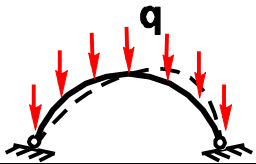
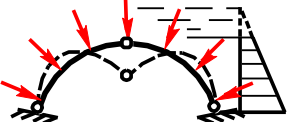
1. *Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический.* т. 2 (под редакцией А.А. Уманского) — М., Стройиздат, 1973. — 415 с. (см. стр. 254, § 17.12.2).

Круговые арки (устойчивость в плоскости)



Рассматривается устойчивость круговых арок в их плоскости. Реализован расчет следующих комбинаций нагрузок и типов арок.

Тип арки		Тип нагрузки
Бесшарнирная		Гидростатическая
		Полярная
		Гравитационная
Двухшарнирная		Гидростатическая
		Полярная

Тип арки		Тип нагрузки
		Гравитационная
Трехшарнирная		Гидростатическая

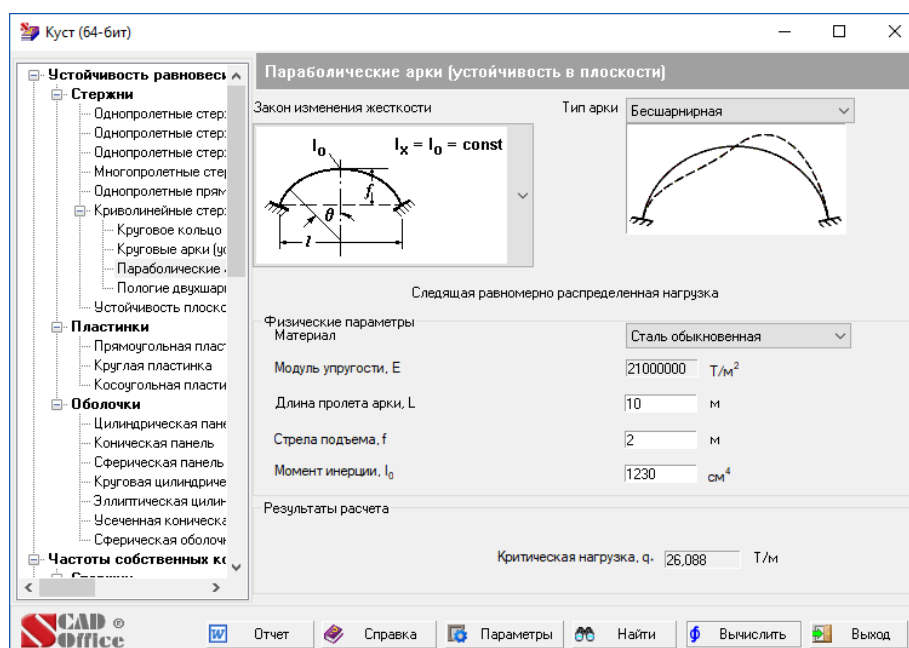
Выбор типа арки и нагрузки осуществляется в выпадающем списке. В качестве исходных данных следует задать информацию о модуле упругости (последний может быть назначен путем выбора материала из базы данных или задан явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ), радиусе арки, угле раствора арки, а также моменте инерции поперечного сечения арки в ее плоскости.

Результатом расчета является значение критической нагрузки.

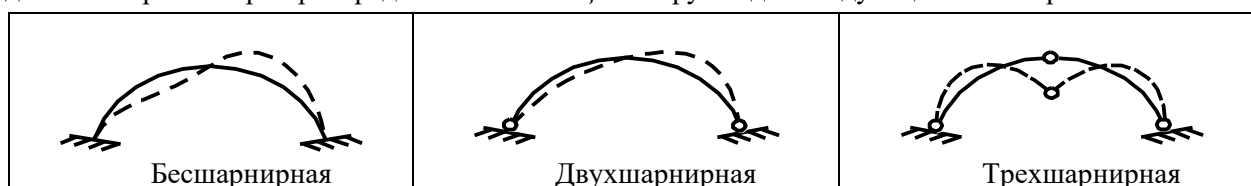
Литература

1. Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический. т. 2 (под редакцией Уманского А.А.) — М., Стройиздат, 1973. — 415 с. (см. стр. 255).

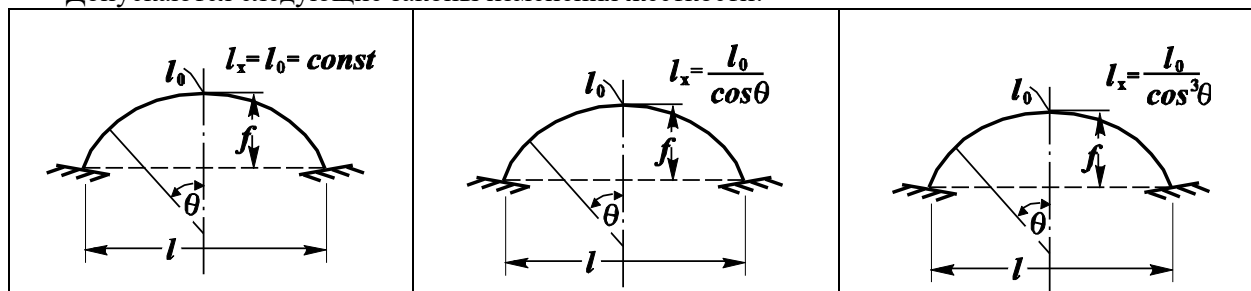
Параболические арки (устойчивость в плоскости)



Рассматривается устойчивость равновесия параболических арок (в их плоскости) под действием равномерно распределенной *следящей* нагрузки для следующих типов арок:



Допускаются следующие законы изменения жесткости:



Выбор типа арки и закона изменения жесткости осуществляется в выпадающих списках. В качестве исходных данных следует задать информацию о модуле упругости (последний может быть назначен выбором одного из материалов из базы данных или задан явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ), длине пролета и стреле подъема арки, а также моменте инерции поперечного сечения в середине арки (следует задать момент инерции *в плоскости* арки).

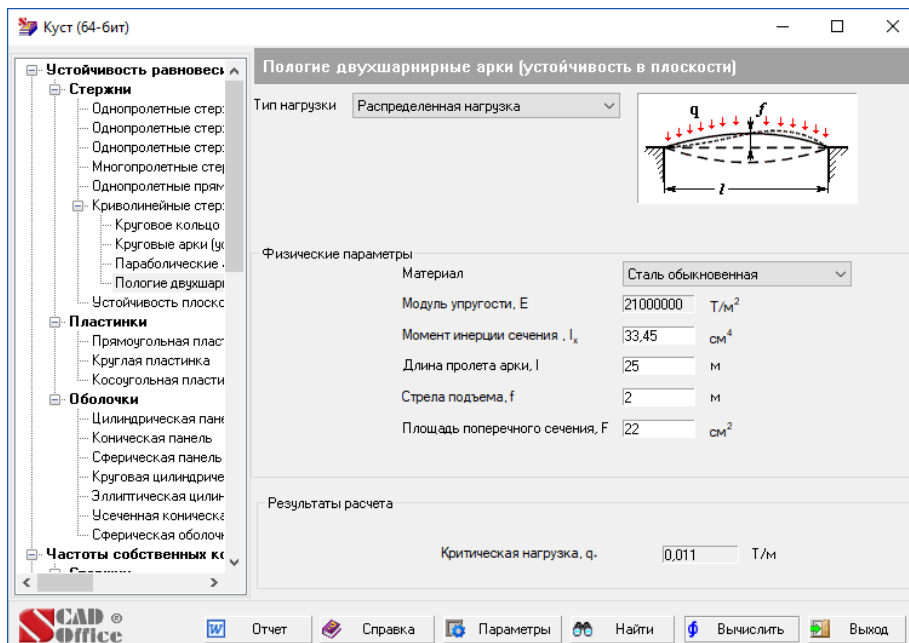
Для трехшарнирных арок, в которых может возникать как симметричная, так и антисимметричная форма потери устойчивости, программа автоматически анализирует оба случая и вычисляет минимальное значение критической нагрузки.

Результатом расчета является значение *критической нагрузки*.

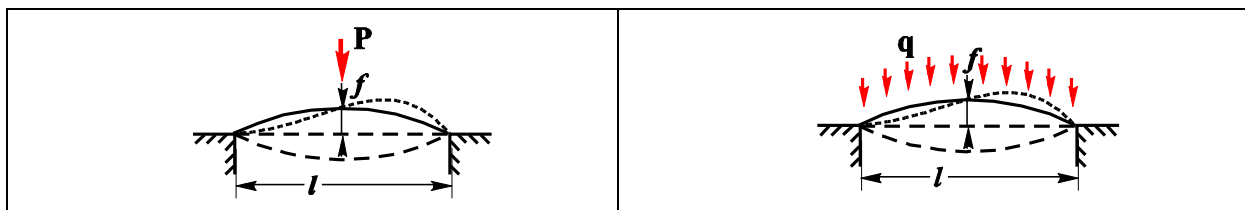
Литература

1. *Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический*. т. 2 (под редакцией Уманского А.А.) — М., Стройиздат, 1973. — 415 с. (см. стр. 256).

Пологие двухшарнирные арки (устойчивость в плоскости)



Рассматривается устойчивость равновесия пологой двухшарнирной арки под действием распределенной нагрузки q или сосредоточенной силы P в замке.



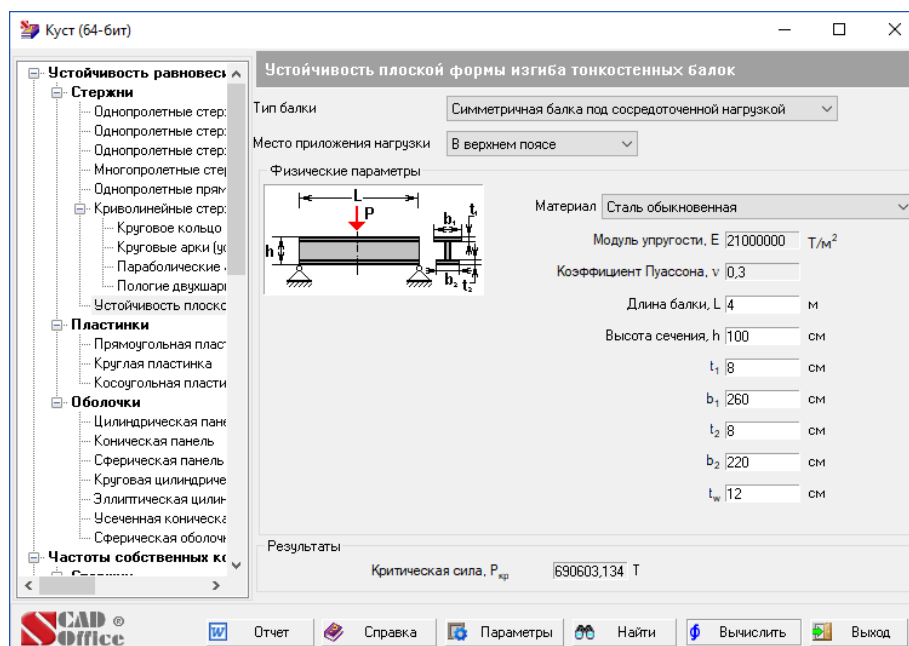
В качестве исходных данных следует задать информацию о модуле упругости (последний может быть назначен выбором одного из материалов из базы данных или задан явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ), длине пролета и стреле подъема арки, а также площади поперечного сечения и моменте инерции сечения относительно оси, перпендикулярной плоскости арки.

Результатом расчета является значение критической нагрузки.

Литература

1. *Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический.* т. 2 (под редакцией Уманского А.А.) — М., Стройиздат, 1973. — 415 с. (см. стр. 256).

Устойчивость плоской формы изгиба тонкостенных балок



Рассматривается устойчивость плоской формы изгиба тонкостенных балок с двутавровым сечением (симметричным или несимметричным) под действием равномерно распределенной нагрузки или под действием сосредоточенной силы.

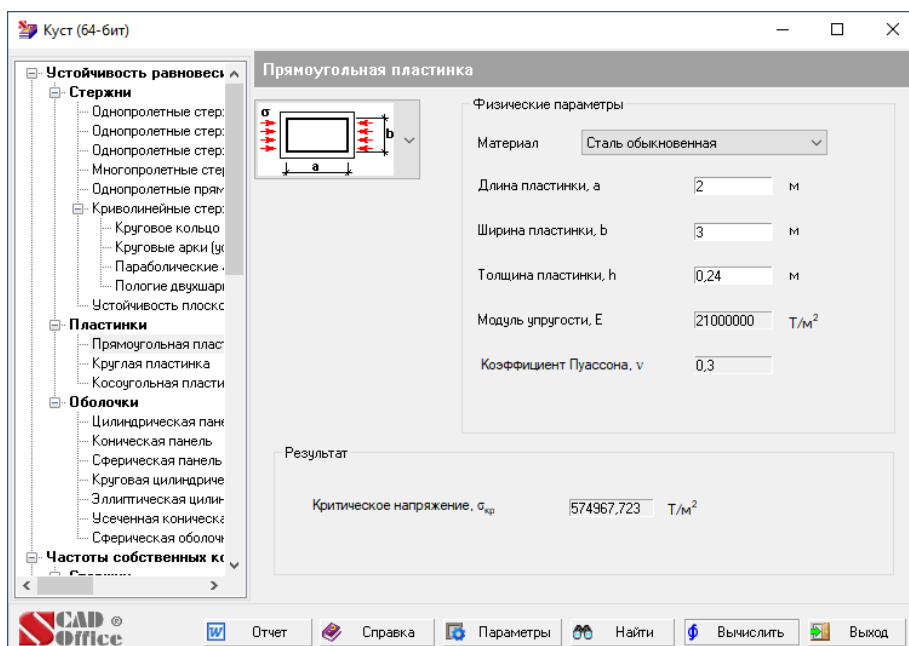
Выбор типа балки и места приложения нагрузки осуществляется в выпадающих списках. В качестве исходных данных следует задать информацию о типе балки (симметричная или несимметричная) и типе нагрузки (распределенная или сосредоточенная), модуле упругости и коэффициенте Пуассона (последние могут быть назначены выбором одного из материалов из базы данных или заданы явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ), длине пролета и размерах сечения (ширина и толщина стенок и полок). Кроме того, из выпадающего списка следует выбрать место приложения нагрузки (в нижнем поясе, в верхнем поясе или в центре тяжести сечения).

Результатом расчета является значение критической нагрузки.

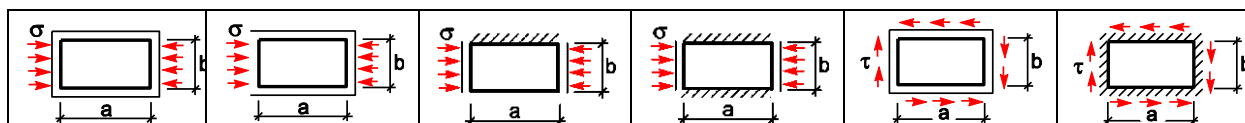
Литература

1. Блейх Ф., *Устойчивость металлических конструкций*, М., Физматгиз, 1959 — 544 стр. (см. стр. 186).

Прямоугольная пластинка



Рассматривается устойчивость равновесия прямоугольной пластины при различных условиях опирания и различных нагрузках (см. таблицу ниже).



Здесь использованы следующие обозначения закреплений:

Свободный край	
Защемление	
Опираение	

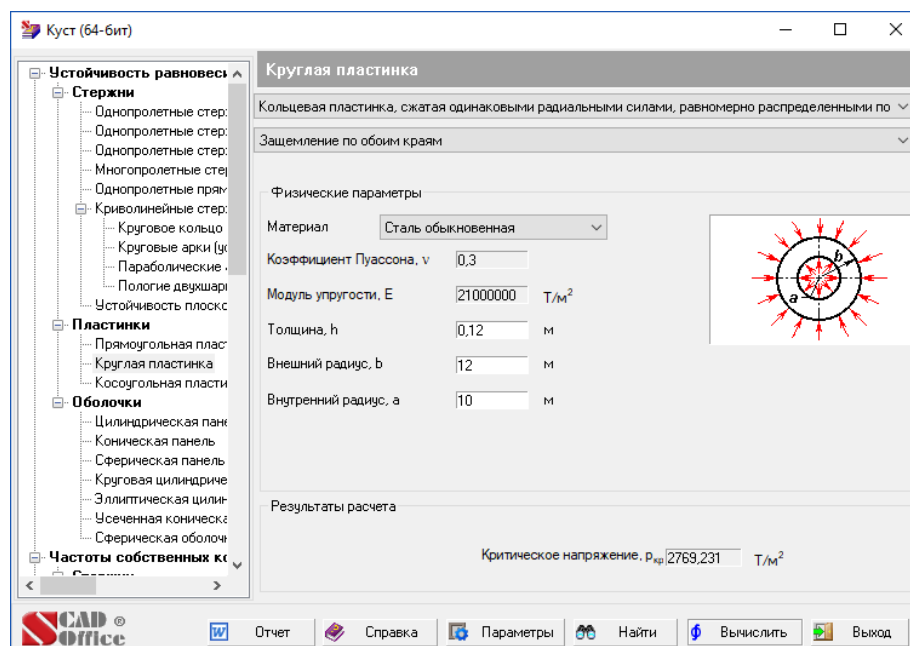
Выбор условия опирания и вида нагрузки осуществляется в выпадающих списках. В качестве исходных данных следует задать информацию о размерах пластины (длина, ширина и толщина), модуле упругости и коэффициенте Пуассона материала, из которого изготовлена пластина (последние могут быть назначены выбором одного из материалов из базы данных или заданы явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ).

Результатом расчета является значение *критического напряжения* (нормального σ или касательного τ — в зависимости от схемы нагружения).

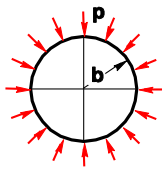
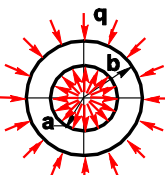
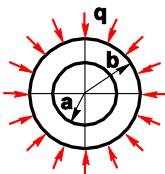
Литература

1. *Справочник по теории упругости*. (под редакцией Варвака П.М.) — Киев, “Будівельник”, 1971. — 416 с. (см. стр. 411).

Круглая пластинка



Рассматривается устойчивость равновесия круглых и кольцевых пластин под действием радиально сжимающих сил. Для кольцевых пластинок рассмотрены случаи сжатия по внешнему, а также по внешнему и внутреннему контурам. В приведенной ниже таблице перечислены все реализованные в программе комбинации нагрузок и граничных условий.

Форма пластинки и тип нагружения	Граничные условия
 Круглая пластинка под действием радиальных сжимающих сил	♦ Шарнирное опирание краев ♦ Защемление по контуру
 Кольцевая пластинка, сжатая одинаковыми радиальными силами, равномерно распределенными по внутреннему и наружному контурам	♦ Защемление по обоим краям ♦ Шарнирное опиранием по обоим краям ♦ Защемление по внешнему краю и свободное смещение, без поворота, по внутреннему ♦ Шарнирное опирание внешнего края и свободное смещение без поворота внутреннего
 Кольцевая пластинка, сжатая радиальными силами, равномерно распределенными по наружному контуру	♦ Шарнирное опирание краев ♦ Защемление по контуру

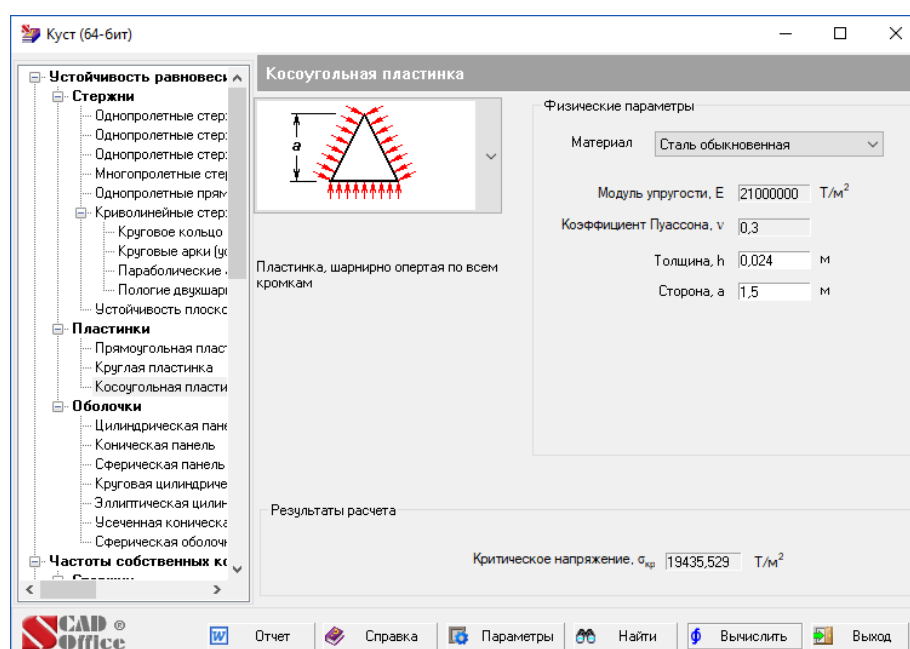
Выбор вида нагрузки и варианта граничных условий осуществляется в выпадающих списках. В качестве исходных данных следует задать информацию о типе пластинки (круглая, кольцевая) и типе нагружения, граничных условиях, размерах пластины (внешний и внутренний радиусы, толщина), модуле упругости и коэффициенте Пуассона материала, из которого изготовлена пластина (могут быть назначены выбором одного из материалов из базы данных или заданы явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ).

Результатом расчета является значение *критического напряжения*.

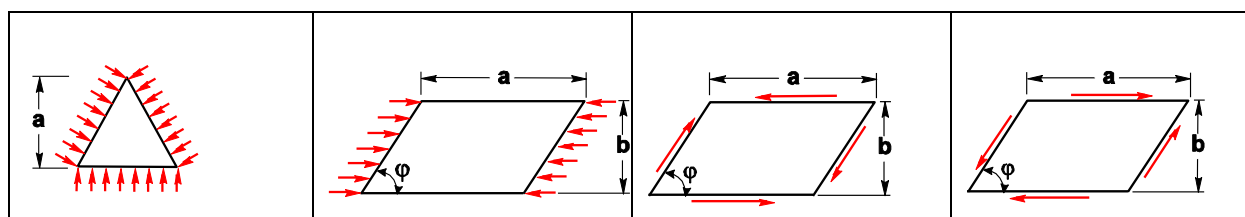
Литература

1. *Прочность. Устойчивость. Колебания.* т. 3 (под редакцией Биргера И.А., Пановко Я.Г.) — М., Машиностроение, 1968. — 567 с. (см. стр. 110).
2. *Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический.* т. 2 (под редакцией Уманского А.А.) — М., Стройиздат, 1973. — 415 с. (см. стр. 278).

Косоугольная пластинка



Рассматривается устойчивость равновесия шарнирно опертых пластин, имеющих форму равностороннего треугольника или параллелограмма при различных нагрузках (см. таблицу ниже).



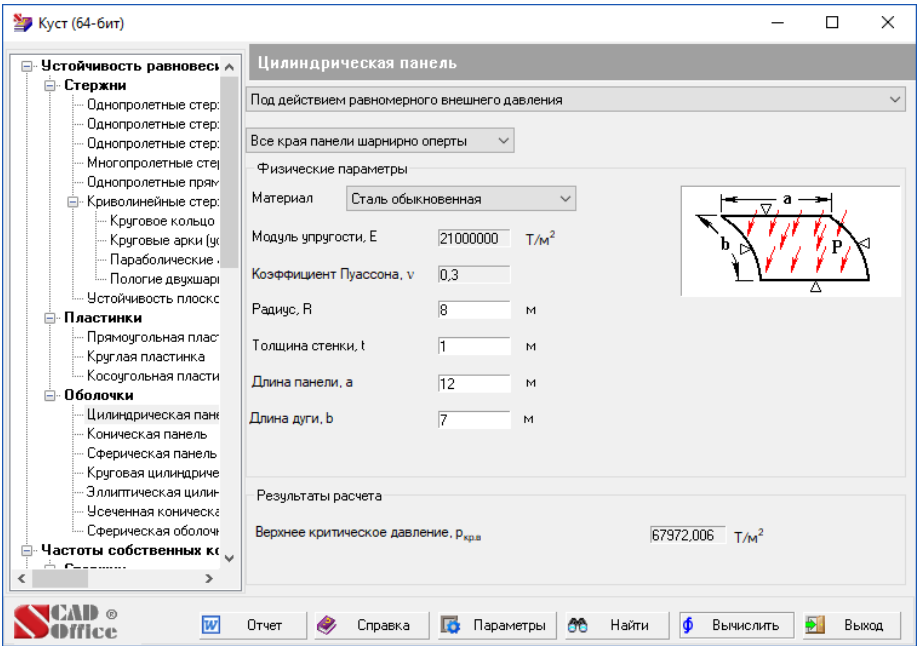
Выбор вида пластины осуществляется в выпадающем списке. В качестве исходных данных следует задать информацию о размерах пластины, модуле упругости и коэффициенте Пуассона материала, из которого изготовлена пластина (модуль и коэффициент могут быть назначены выбором одного из материалов из базы данных или заданы явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ).

Результатом расчета является значение *критического напряжения* (нормального σ или касательного τ — в зависимости от схемы нагружения).

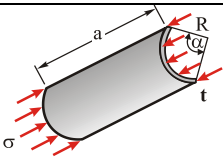
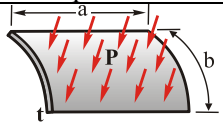
Литература

1. *Прочность. Устойчивость. Колебания.* т. 3 (под редакцией Биргера И.А., Пановко Я.Г.) — М., Машиностроение, 1968. — 567 с. (см. стр. 112).

Цилиндрическая панель



Рассматривается устойчивость равновесия цилиндрической панели. Рассмотрены следующие случаи граничных условий и нагрузок:

Тип нагружения	Граничные условия
 Сжимающие силы равномерно распределенные вдоль кромок	♦ Все края панели шарнирно оперты ♦ Все края панели защемлены
 Касательные силы равномерно распределенные по всем кромкам	♦ Все края панели шарнирно оперты ♦ Все края панели защемлены
 Равномерное внешнее давление	♦ Все края панели шарнирно оперты

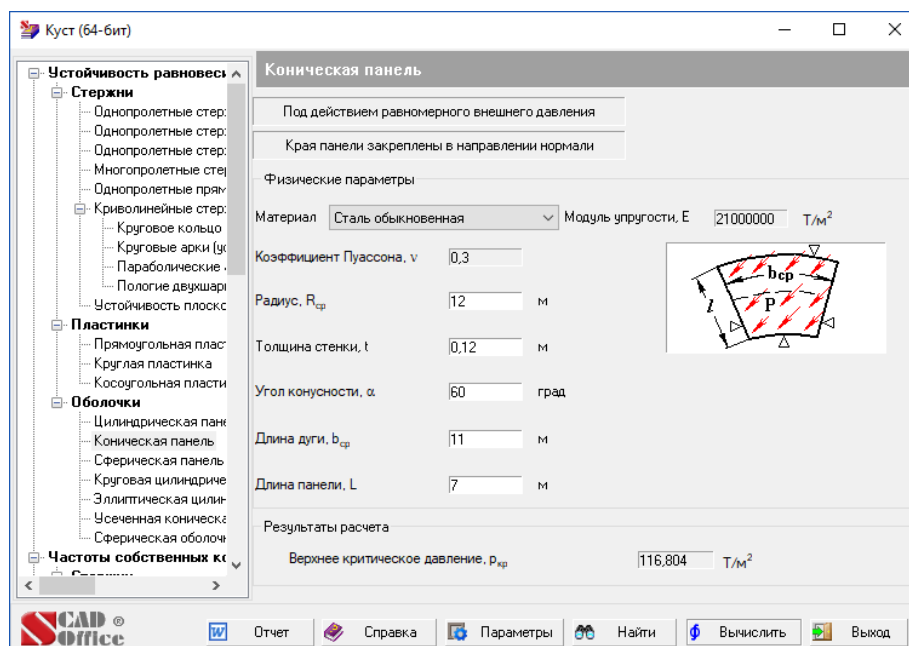
Выбор вида нагрузки и граничных условий осуществляется в выпадающем списке. В качестве исходных данных следует задать информацию о размерах панели (радиус, толщина, длина панели и длина дуги), модуле упругости и коэффициенте Пуассона материала, из которого изготовлена пластина (последние могут быть назначены выбором одного из материалов из базы данных или заданы явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ).

Результатом расчета является значение критической нагрузки.

Литература

1. *Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический.* т. 2 (под редакцией Уманского А.А.) — М., Стройиздат, 1973. — 415 с. (см. стр. 279).

Коническая панель



Рассматривается устойчивость равновесия конической панели под действием равномерного внешнего давления (края панели закреплены в направлении нормали).

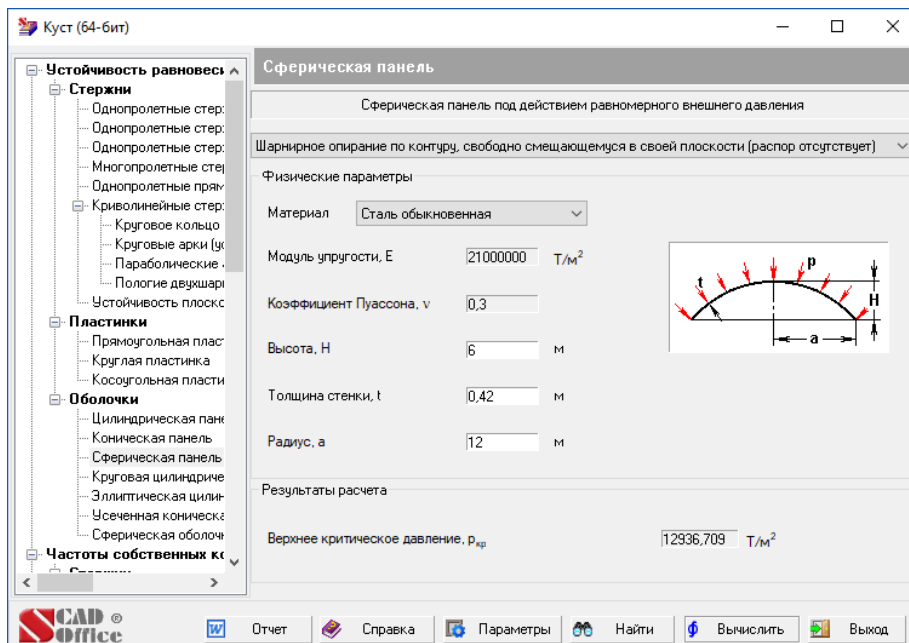
В качестве исходных данных следует задать геометрические размеры панели (радиус, толщину стенки, угол конусности, длину дуги и длину панели). Кроме того, требуется информация о модуле упругости и коэффициенте Пуассона материала, из которого изготовлена панель (последние могут быть назначены выбором одного из материалов из базы данных или заданы явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ).

Результатом расчета является значение *верхнего критического давления*.

Литература

1. *Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический.* т. 2 (под редакцией Уманского А.А.) — М., Стройиздат, 1973. — 415 с. (см. стр. 281).

Сферическая панель



Рассматривается устойчивость равновесия сферической панели под действием равномерного внешнего давления при следующих вариантах закреплений:

- ◆ шарнирное опирание по контуру, свободно смещающемуся в своей плоскости (распор отсутствует);
- ◆ шарнирное опирание по контуру, не смещающемуся в своей плоскости;
- ◆ контур защемлен, но распор отсутствует;
- ◆ контур защемлен и не смещается.

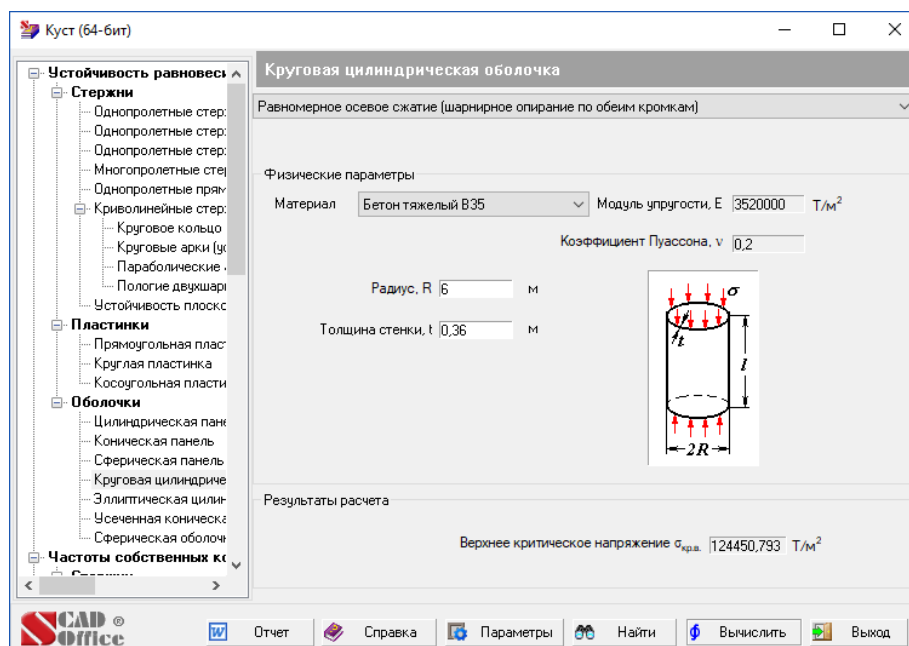
Выбор варианта закрепления осуществляется в выпадающем списке. В качестве исходных данных следует задать высоту панели, ее радиус и толщину стенки. Кроме того, требуется информация о модуле упругости и коэффициенте Пуассона материала, из которого изготовлена панель (последние могут быть назначены выбором одного из материалов из базы данных или заданы явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ).

Результатом расчета является значение *верхнего критического давления*.

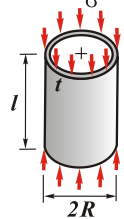
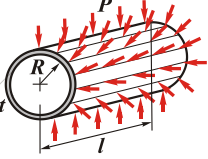
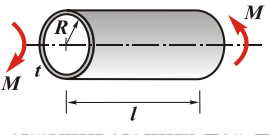
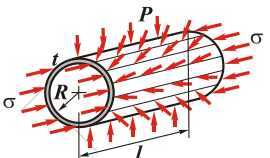
Литература

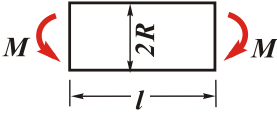
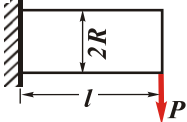
1. *Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический.* т. 2 (под редакцией Уманского А.А.) — М., Стройиздат, 1973. — 415 с. (см. стр. 281).

Круговая цилиндрическая оболочка



Рассматривается устойчивость равновесия круговой цилиндрической оболочки при следующих комбинациях нагрузений и граничных условий:

Тип нагружения	Граничные условия
 Равномерное осевое сжатие	Шарнирное опирание по обеим кромкам
 Действие внешнего равномерно распределенного давления	Шарнирное опирание по обеим кромкам
 Действие скручивающих пар по торцам	♦ края оболочки защемлены ♦ края оболочки шарнирно оперты
 Совместное действие равномерного осевого сжатия и внешней равномерно распределенной поперечной нагрузки	Шарнирное опирание по торцам

Тип нагружения	Граничные условия
 Действие изгибающих пар, лежащих в диаметральной плоскости	Шарнирное опирание по торцам
 Изгиб поперечной силой	Защемление на одном торце, второй торец свободен

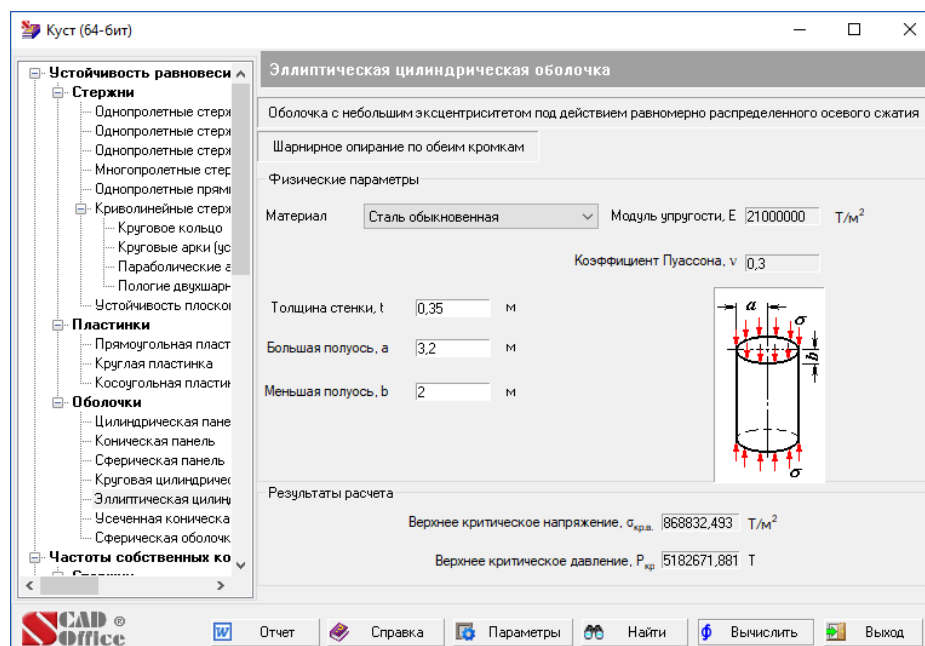
Выбор варианта нагружения и граничных условий осуществляется в выпадающем списке. В качестве исходных данных следует задать размеры оболочки (радиус, толщина, длина). Кроме того, требуется информация о модуле упругости и коэффициенте Пуассона материала, из которого изготовлена панель (последние могут быть назначены выбором одного из материалов из базы данных или заданы явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ).

Результатом расчета является значение *верхнего критического напряжения* или *момента* в зависимости от схемы нагружения.

Литература

1. *Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический.* т. 2 (под редакцией Уманского А.А.) — М., Стройиздат, 1973. — 415 с. (см. стр. 281).

Эллиптическая цилиндрическая оболочка



Рассматривается устойчивость равновесия цилиндрической эллиптической оболочки с небольшим эксцентриситетом под действием равномерно распределенного осевого сжатия при шарнирном опирании по обеим кромкам.

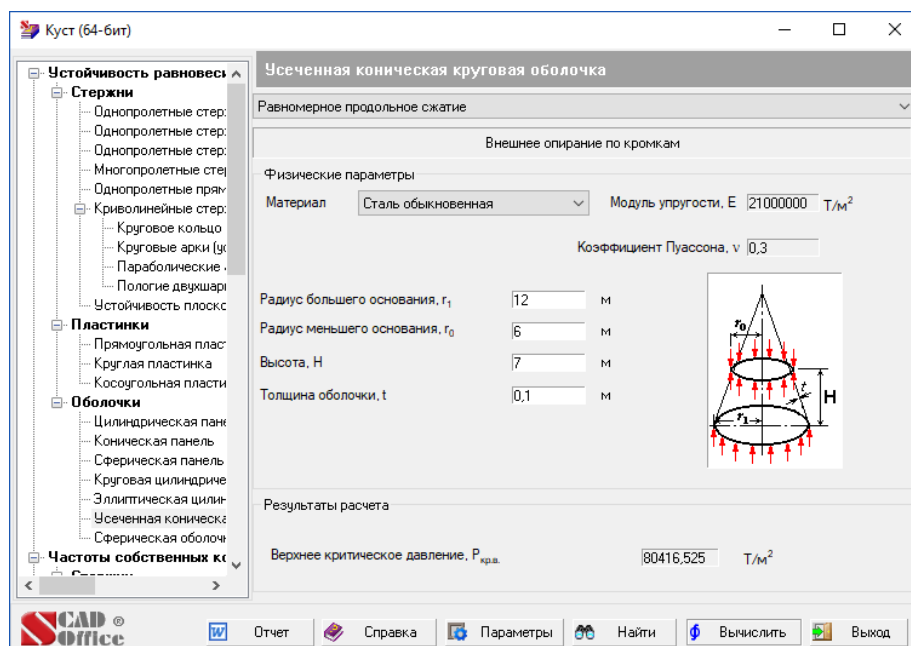
В качестве исходных данных следует задать большую и меньшую полуоси и толщину оболочки, модуль упругости и коэффициент Пуассона материала, из которого изготовлена оболочка (последние могут быть назначены выбором одного из материалов из базы данных или заданы явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ).

Результатом расчета является значение *верхнего критического напряжения* $\sigma_{кр,в}$ и *верхнего критического давления* $P_{кр,в}$ (это есть произведение $\sigma_{кр,в}$ на площадь поперечного сечения оболочки).

Литература

1. *Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический.* т. 2 (под редакцией Уманского А.А.) — М., Стройиздат, 1973. — 415 с. (см. стр. 285).

Усеченная коническая круговая оболочка



Рассматривается устойчивость равновесия усеченной конической круговой оболочки. Реализованы следующие два случая:

	Равномерное продольное сжатие. Внешнее опирание по кромкам.
	Равномерное внешнее давление. Меньшее основание заделано, большее — шарнирно оперто.

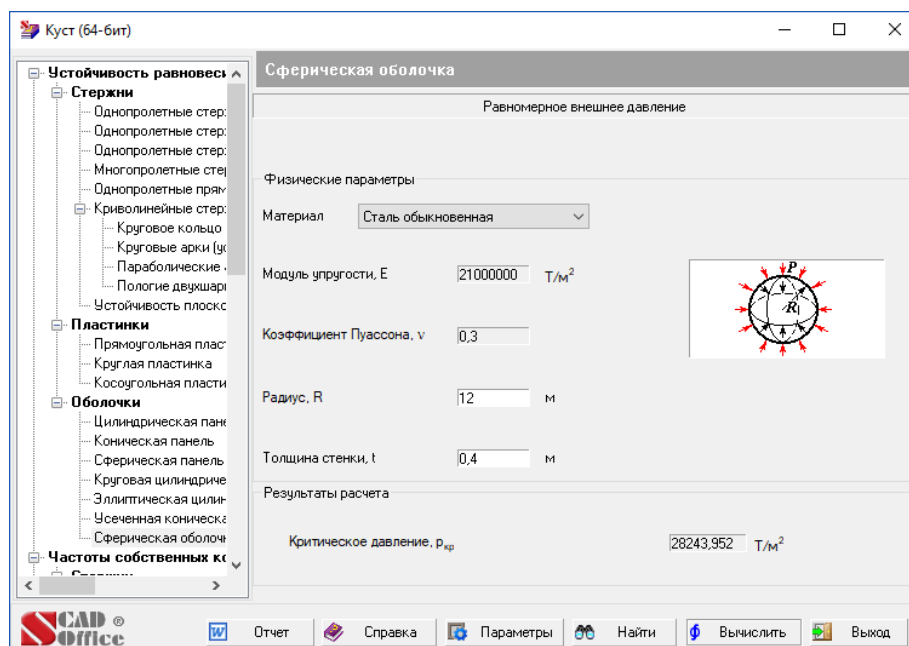
Выбор варианта расчета осуществляется в выпадающем списке. В качестве исходных данных следует задать радиусы большего и меньшего оснований, толщину и высоту оболочки. Кроме того, нужно ввести модуль упругости и коэффициент Пуассона материала, из которого изготовлена оболочка (последние могут быть назначены выбором одного из материалов из базы данных или заданы явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ).

Результатом расчета является значение *верхнего критического давления*.

Литература

1. Прочность. Устойчивость. Колебания. т. 3 (под редакцией Биргера И.А., Пановко Я.Г.) — М., Машиностроение, 1968. — 567 с. (см. стр. 146, 168-173).

Сферическая оболочка



Рассматривается устойчивость равновесия сферической оболочки под действием равномерного внешнего давления.

В качестве исходных данных следует задать радиус и толщину оболочки. Кроме того, задается модуль упругости и коэффициент Пуассона материала, из которого изготовлена оболочка (последние могут быть назначены выбором одного из материалов из базы данных или заданы явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ).

Результатом расчета является значение *критического давления*.

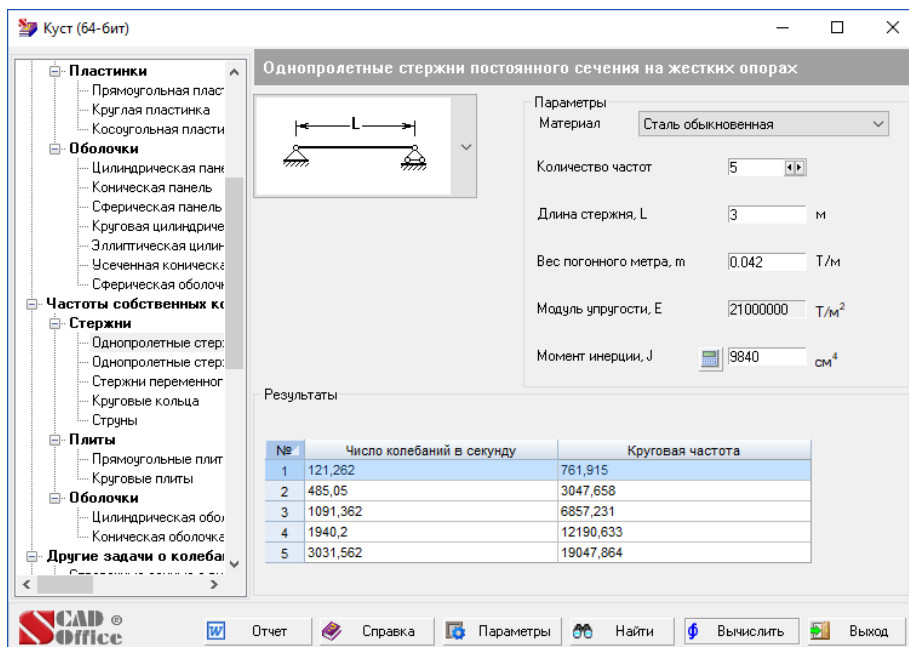
Литература

1. *Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический.* т. 2 (под редакцией Уманского А.А.) — М., Стройиздат, 1973. — 415 с. (см. стр. 287).

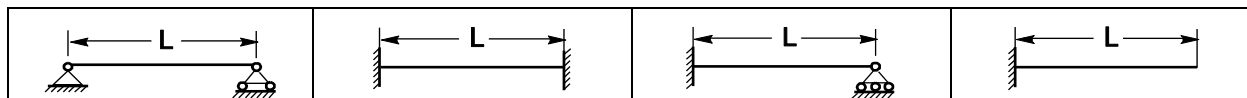
1.3 Частоты собственных колебаний

В разделе рассматриваются колебания однопролетных стержней постоянного сечения на жестких опорах, однопролетных стержней постоянного сечения на упругом основании, круговых колец постоянного поперечного сечения, поперечные колебания струны с закрепленными концами, прямоугольной, круглой плиты, цилиндрической, конической оболочки.

Однопролетные стержни постоянного сечения на жестких опорах



Рассматриваются колебания однопролетных стержней постоянного сечения на жестких опорах при следующих комбинациях закреплений:



Выбор варианта закреплений осуществляется в выпадающем списке. В качестве исходных данных следует задать длину стержня, вес погонного метра, момент инерции сечения стержня и модуль упругости материала, из которого изготовлен стержень (последний может быть назначен выбором одного из материалов из базы данных или задан явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ). Кроме того, задается количество частот собственных колебаний, которые должна определить программа.

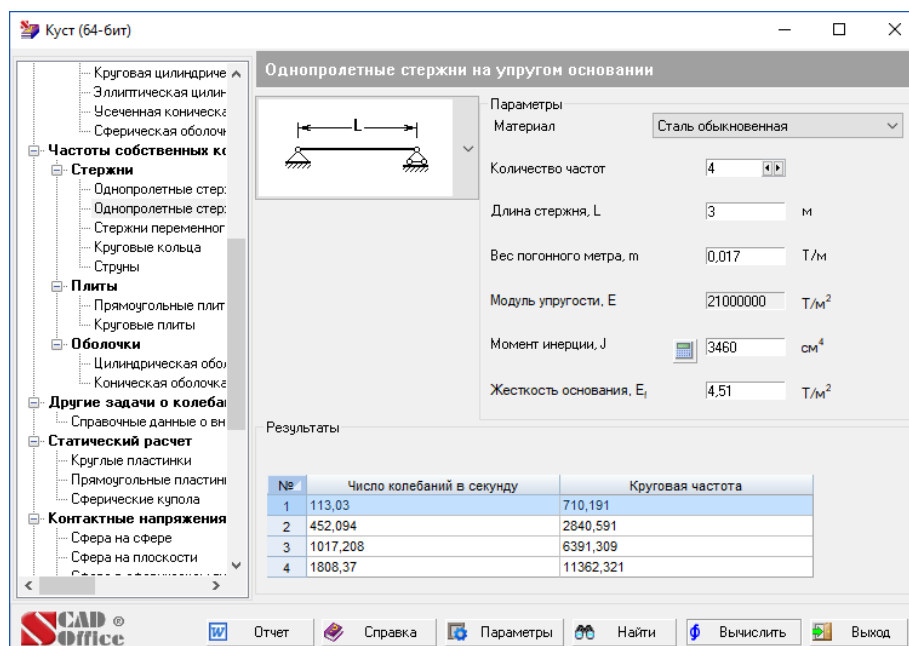
Если поперечное сечение является прокатным профилем, то момент инерции может быть взят из базы данных профилей с помощью кнопки , описанной выше в разделе «Моменты инерции».

Результатом расчета является частота колебаний в Гц (число колебаний в секунду) и круговая частота в рад/с для выбранного количества первых форм собственных колебаний.

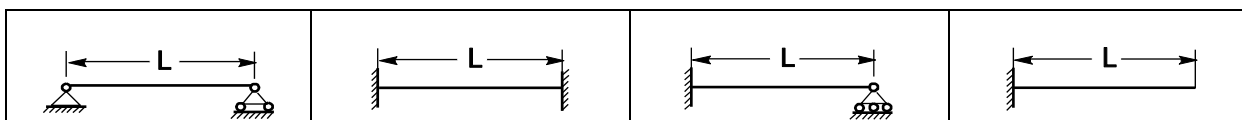
Литература

1. *Справочник по расчету строительных конструкций на устойчивость и колебания* (под редакцией Гольденבלата И.И.) — М., Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1952. — 251 с. (см. стр. 104).
2. R.D. Blevins, *Formulas for natural frequency and mode shape*, Malabar Florida, Krieger Publishing Company, 2001. — 492 с. (см. стр. 106).

Однопролетные стержни на упругом основании



Рассматриваются колебания однопролетных стержней постоянного сечения на упругом основании при следующих комбинациях закреплений:



Выбор варианта закрепления осуществляется в выпадающем списке. В качестве исходных данных следует задать длину стержня, вес погонного метра, момент инерции сечения стержня, жесткость основания и модуль упругости материала, из которого изготовлен стержень (последний может быть назначен выбором одного из материалов из базы данных или задан явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ). Кроме того, задается количество частот собственных колебаний, которые должна определить программа.

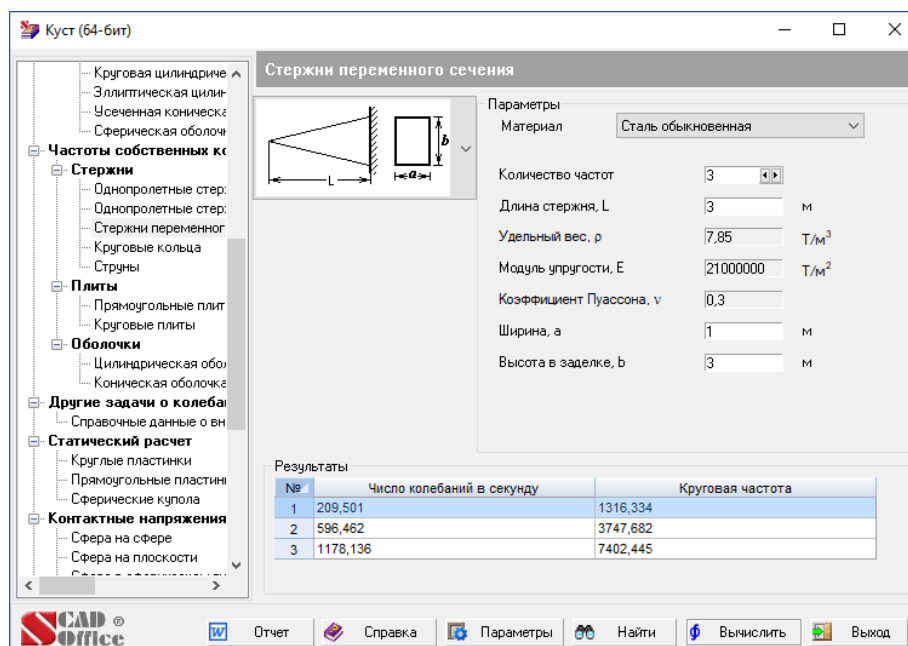
Если поперечное сечение является прокатным профилем, то момент инерции может быть взят из базы данных профилей с помощью кнопки , описанной выше в разделе “Моменты инерции”.

Результатом расчета является частота колебаний в Гц (число колебаний в секунду) и круговая частота в рад/с для выбранного количества первых форм собственных колебаний.

Литература

1. *Справочник по расчету строительных конструкций на устойчивость и колебания* (под редакцией Гольденבלата И.И.) — М., Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1952. — 251 с. (см. стр. 104).
2. R.D. Blevins, *Formulas for natural frequency and mode shape*, Malabar Florida, Krieger Publishing Company, 2001. — 492 с. (см. стр. 106).

Стержни переменного сечения



Рассматриваются колебания консольных стержней переменного сечения. Программа позволяет получить частоты колебаний для следующих случаев:

	Клинообразная консоль — высота поперечного сечения пропорциональна расстоянию до вершины, ширина постоянна
	Консоль в виде кругового конуса
	Пустотелый конус со стенкой, толщина которого меняется по линейному закону
	Консоль в виде усеченного кругового конуса

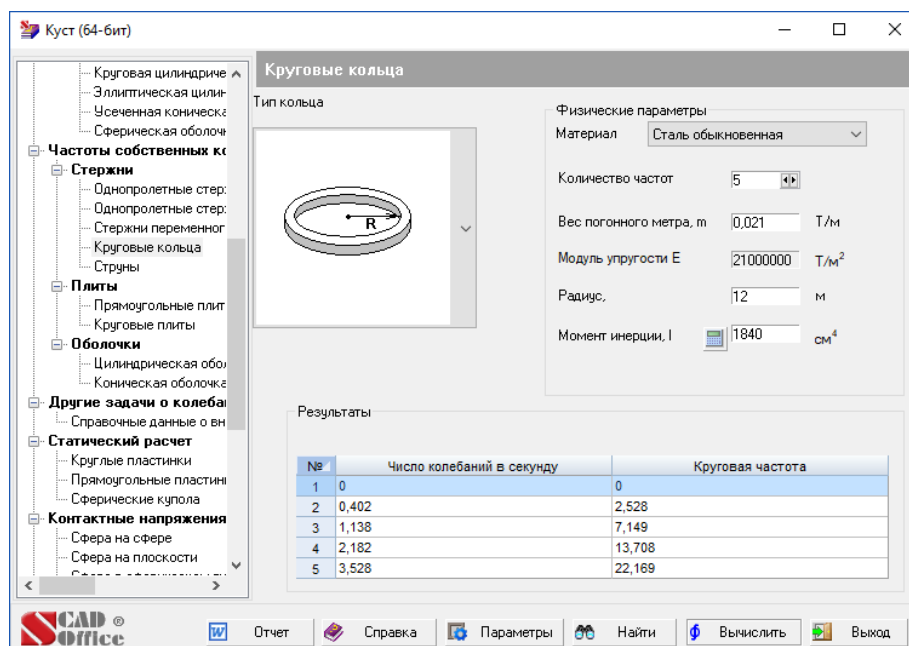
Выбор варианта осуществляется в выпадающем списке. В качестве исходных данных следует задать длину стержня, размеры сечения в заделке, удельный вес, модуль упругости и коэффициент Пуассона материала, из которого изготовлен стержень (последние могут быть назначены выбором одного из материалов из базы данных или заданы явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ). В случае усеченного конуса нужно задать диаметр конуса на свободном конце. Кроме того, задается количество частот собственных колебаний, которые должна определить программа.

Результатом расчета является частота колебаний в Гц (число колебаний в секунду) и круговая частота в рад/с для выбранного количества первых форм собственных колебаний.

Литература

1. *Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический.* т. 2 (под редакцией Уманского А.А.) — М., Стройиздат, 1973. — 415 с. (см. стр. 366).

Круговые кольца



Рассматриваются колебания круговых колец постоянного поперечного сечения, одна из главных осей инерции которого расположена в плоскости оси кольца. Рассмотрены два случая — круговое кольцо и неполное кольцо, в котором часть кольца с углом α закреплена на обоих концах. Изучаются изгибные колебания в плоскости кольца. Выбор варианта кольца осуществляется в выпадающем списке.

В качестве исходных данных следует задать радиус осевой линии кольца, вес погонного метра, момент инерции поперечного сечения кольца относительно главной оси ортогональной плоскости кольца, угол раскрытия (только для неполного кольца) и модуль упругости материала, из которого изготовлено кольцо (последний может быть назначен выбором одного из материалов из базы данных или задан явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ). Кроме того, нужно задать количество частот собственных колебаний (для неполного кольца определяется только первая частота).

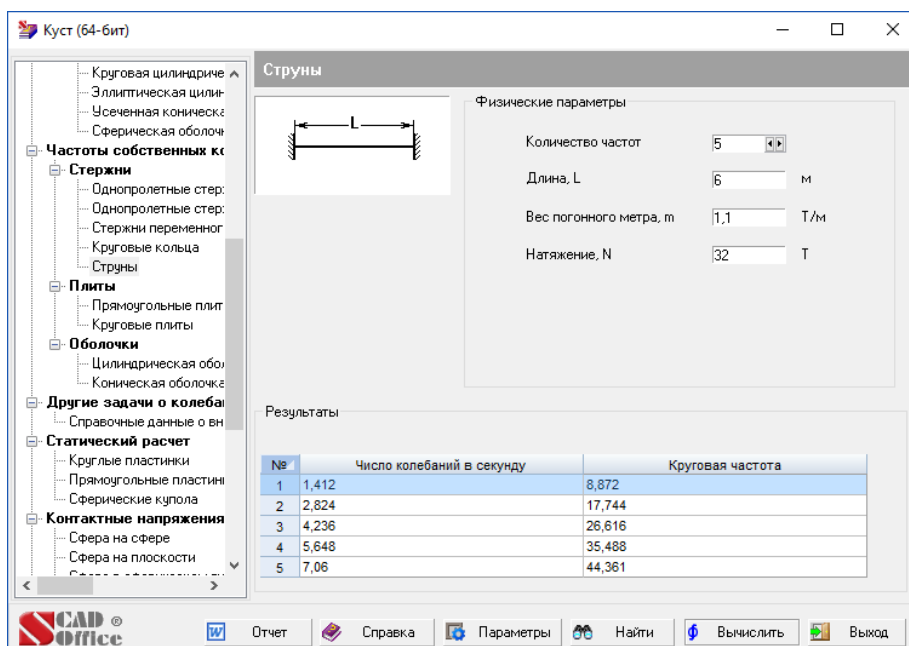
Если поперечное сечение является прокатным профилем, то момент инерции может быть взят из базы данных профилей с помощью кнопки , описанной выше в разделе “Моменты инерции”.

Результатом расчета является *частота колебаний в Гц (число колебаний в секунду)* и *круговая частота в рад/с* для выбранного количества первых форм собственных колебаний.

Литература

1. *Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический.* т. 2 (под редакцией Уманского А.А.) — М., Стройиздат, 1973. — 415 с. (см. стр. 362).

Струны



Рассматриваются поперечные колебания струны с закрепленными концами.

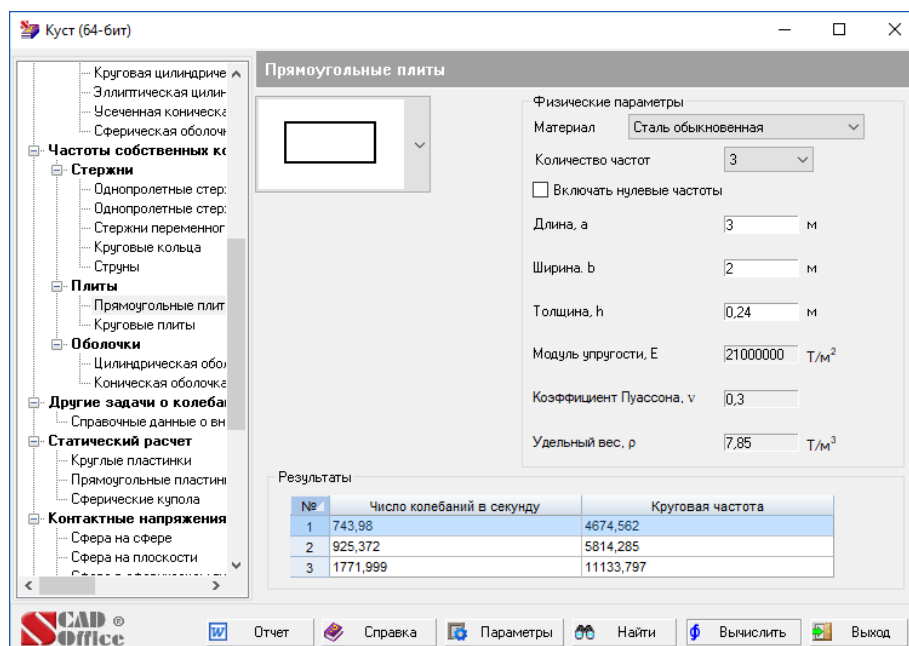
В качестве исходных данных следует задать длину струны, вес погонного метра струны, ее натяжение и количество частот собственных колебаний.

Результатом расчета является *частота колебаний в Гц (число колебаний в секунду)* и *круговая частота в рад/с* для выбранного количества первых форм собственных колебаний.

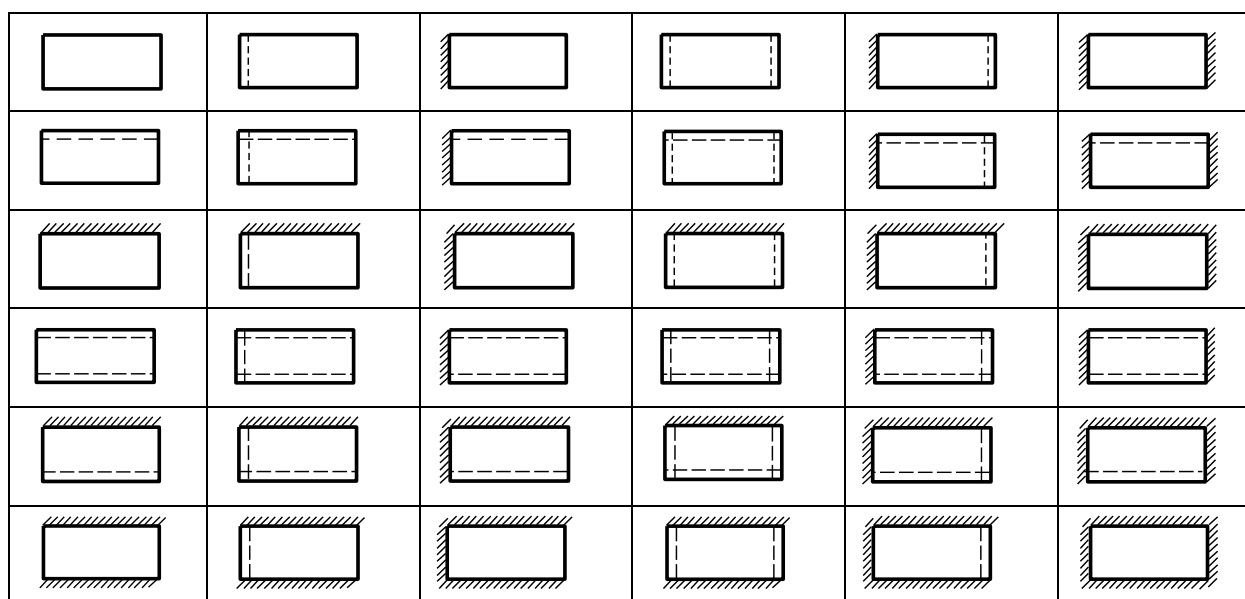
Литература

1. *Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический.* т. 2 (под редакцией Уманского А.А.) — М., Стройиздат, 1973. — 415 с. (см. стр. 369).

Прямоугольные плиты



Рассматриваются колебания прямоугольных плит при следующих вариантах закреплений:



Здесь использованы следующие обозначения закреплений:

Свободный край	— — — — —
Защемление	////
Опираение	= = = = =

Выбор варианта закрепления осуществляется в выпадающем списке. В качестве исходных данных следует задать размеры плиты (длину, ширину и толщину), модуль упругости, коэффициент Пуассона и удельный вес материала, из которого изготовлена плита (последние могут быть назначены выбором одного из материалов из базы данных или заданы явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ). Кроме того, нужно задать количество частот собственных колебаний. Поскольку для некоторых граничных условий возможно появление

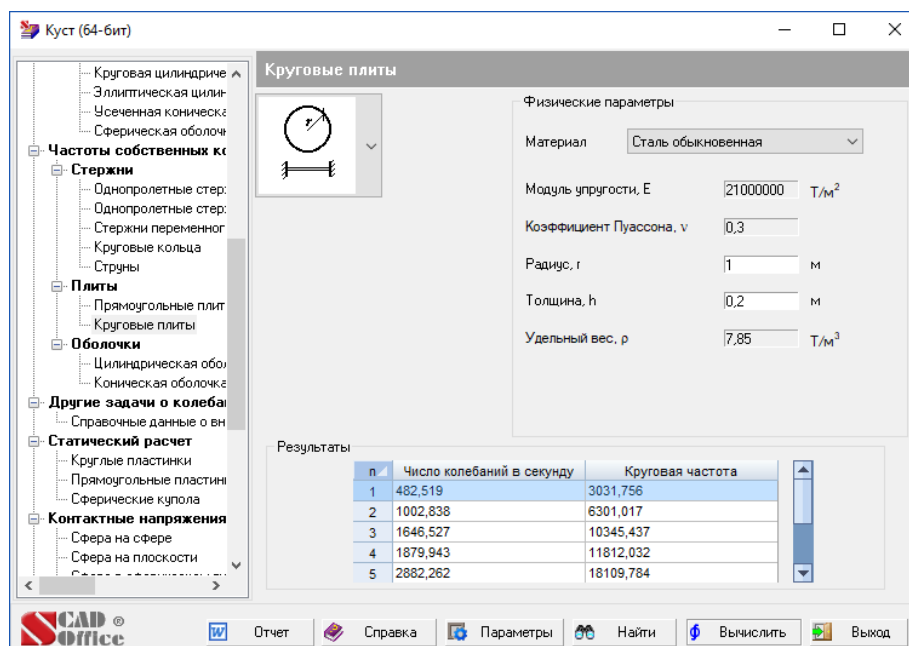
нулевых частот, следует использовать специальный маркер **Включать нулевые частоты** для того, чтобы получать или не получать в результате эти нулевые частоты.

Результатом расчета является *частота колебаний в Гц (число колебаний в секунду)* и *круговая частота в рад/с* для выбранного количества первых форм собственных колебаний.

Литература

1. *Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический.* т. 2 (под редакцией Уманского А.А.) — М., Стройиздат, 1973. — 415 с. (см. стр. 363).

Круговые плиты



Рассматриваются колебания круглых плит при следующих вариантах закреплений:

	Жесткое защемление края
	Шанирное опирание с запретом горизонтальных смещений
	Жесткое защемление в центре плиты

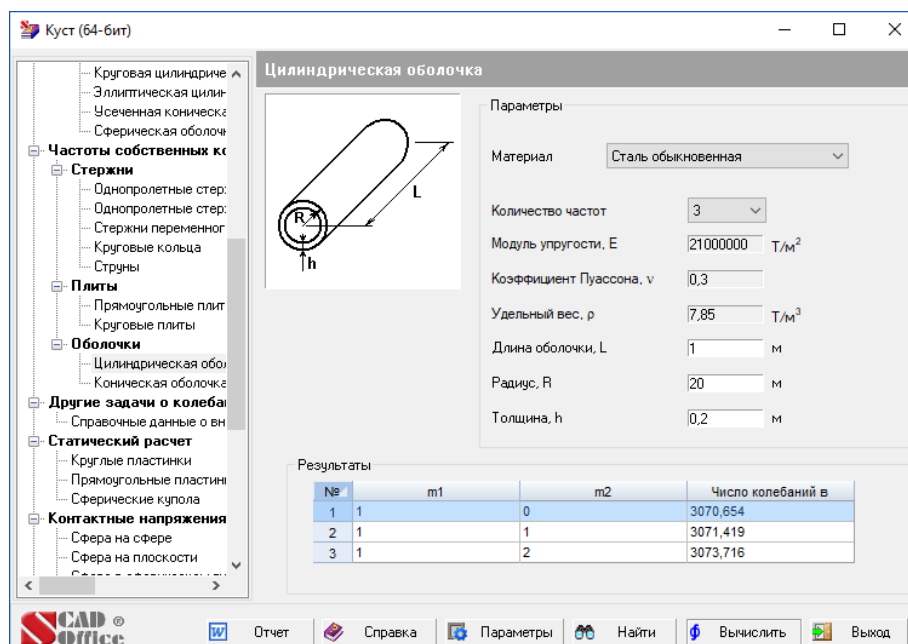
Выбор варианта закрепления осуществляется в выпадающем списке. В качестве исходных данных следует задать радиус и толщину плиты, удельный вес, модуль упругости и коэффициент Пуассона материала, из которого изготовлена плита (последние могут быть назначены выбором одного из материалов из базы данных или заданы явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ).

Результатом расчета является *частота колебаний в Гц (число колебаний в секунду)* и *круговая частота в рад/с* для нескольких первых форм собственных колебаний.

Литература

1. *Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический.* т. 2 (под редакцией Уманского А.А.) — М., Стройиздат, 1973. — 415 с. (см. стр. 365).

Цилиндрическая оболочка



Рассматриваются собственные колебания цилиндрической оболочки со свободным опиранием ее торцов.

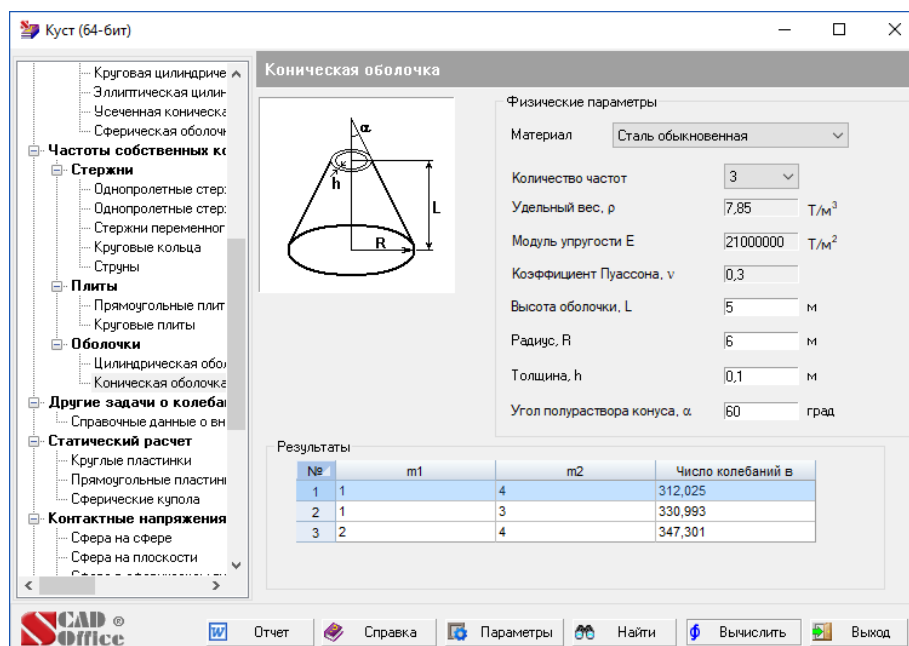
В качестве исходных данных следует задать радиус и толщину оболочки, модуль упругости, коэффициент Пуассона и удельный вес материала, из которого изготовлена оболочка (последние могут быть назначены выбором одного из материалов из базы данных или заданы явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ) и количество частот.

Результатом расчета является частота колебаний в Гц (число колебаний в секунду) для нескольких первых форм собственных колебаний. Кроме того, в таблице результатов приводятся волновые числа (m_1 , m_2) для соответствующих форм собственных колебаний.

Литература

1. Прочность. Устойчивость. Колебания. т. 3 (под редакцией Биргера И.А., Пановко Я.Г.) — М., Машиностроение, 1968. — 567 с. (см. стр. 429).

Коническая оболочка



Рассматриваются собственные колебания конической оболочки со свободным опиранием ее торцов.

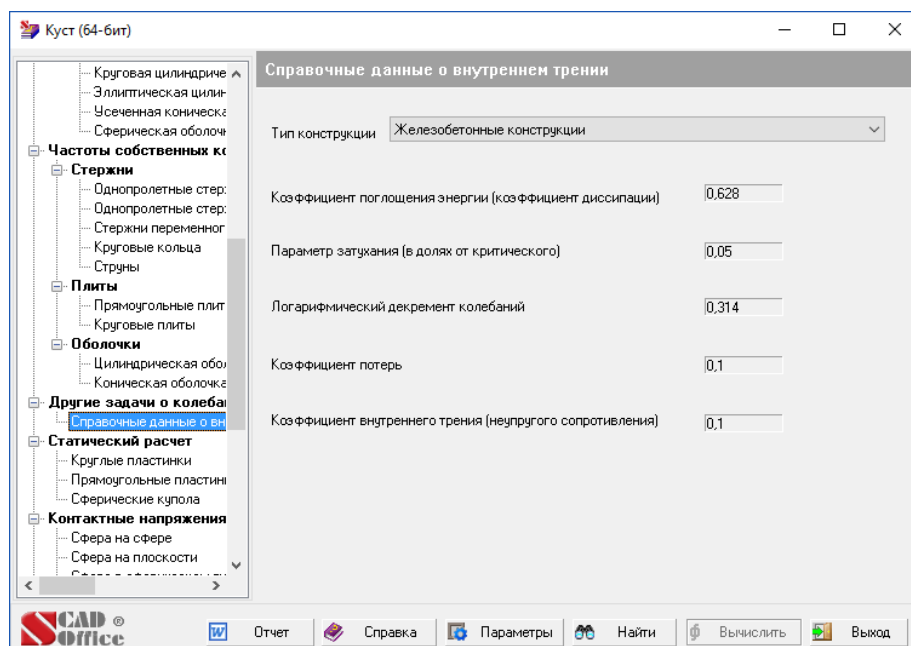
В качестве исходных данных следует задать радиус, высоту и толщину оболочки, угол полураствора конуса, модуль упругости, коэффициент Пуассона и удельный вес материала, из которого изготовлена оболочка (последние могут быть назначены выбором одного из материалов из базы данных или заданы явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ) и количество частот.

Результатом расчета является частота колебаний в Гц (число колебаний в секунду) для нескольких первых форм собственных колебаний. Кроме того, в таблице результатов приводятся волновые числа (m_1 , m_2) для соответствующих форм собственных колебаний.

Литература

1. Прочность. Устойчивость. Колебания. т. 3 (под редакцией Биргера И.А., Пановко Я.Г.) — М., Машиностроение, 1968. — 567 с. (см. стр. 457).

1.4 Другие задачи о колебаниях. Справочные данные о внутреннем трении



В данном режиме, выбрав из выпадающего списка тип конструкции, можно получить все вышеперечисленные параметры. Если в списке конструкций выбрать **ДРУГИЕ ТИПЫ КОНСТРУКЦИЙ**, то можно ввести значение одного из параметров и, нажав кнопку **Вычислить**, получить значения остальных.

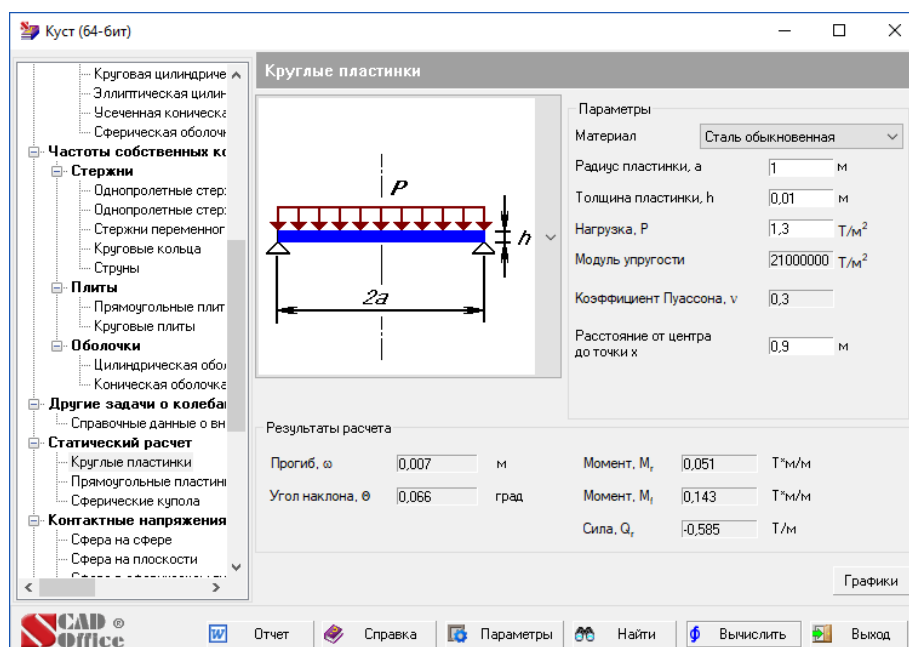
Литература

1. *Справочник по динамике сооружений*. Под ред. Б.Г. Коренева, И.М. Рабиновича. — М., Стройиздат, 1972. — 511 с. (см. раздел 3).

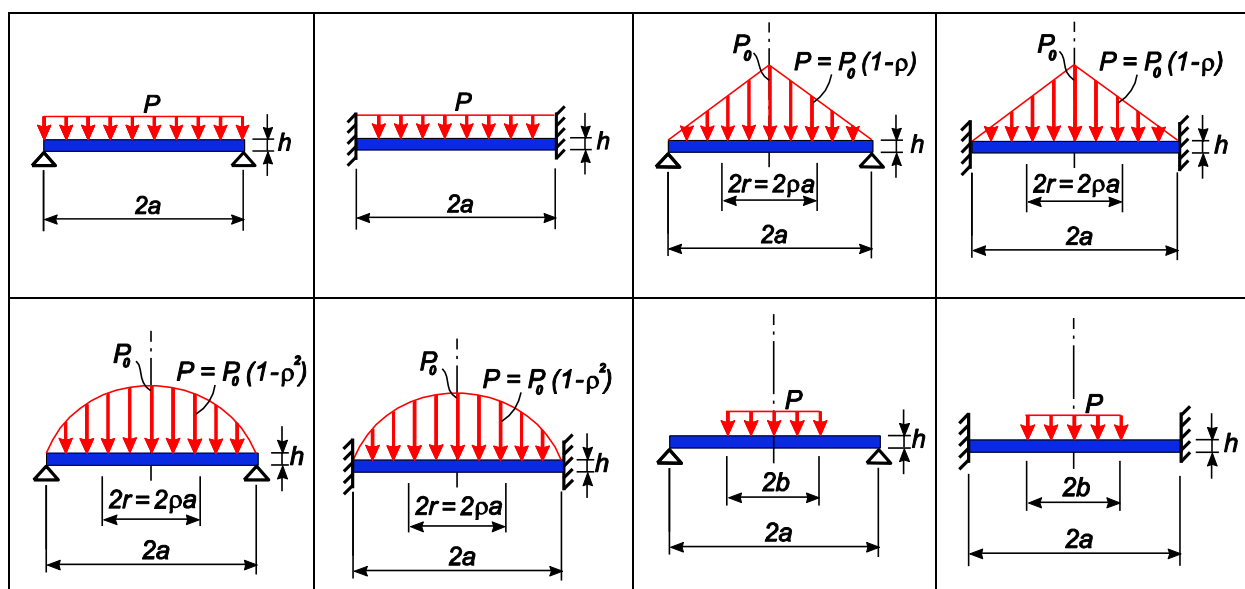
1.5 Статические расчеты

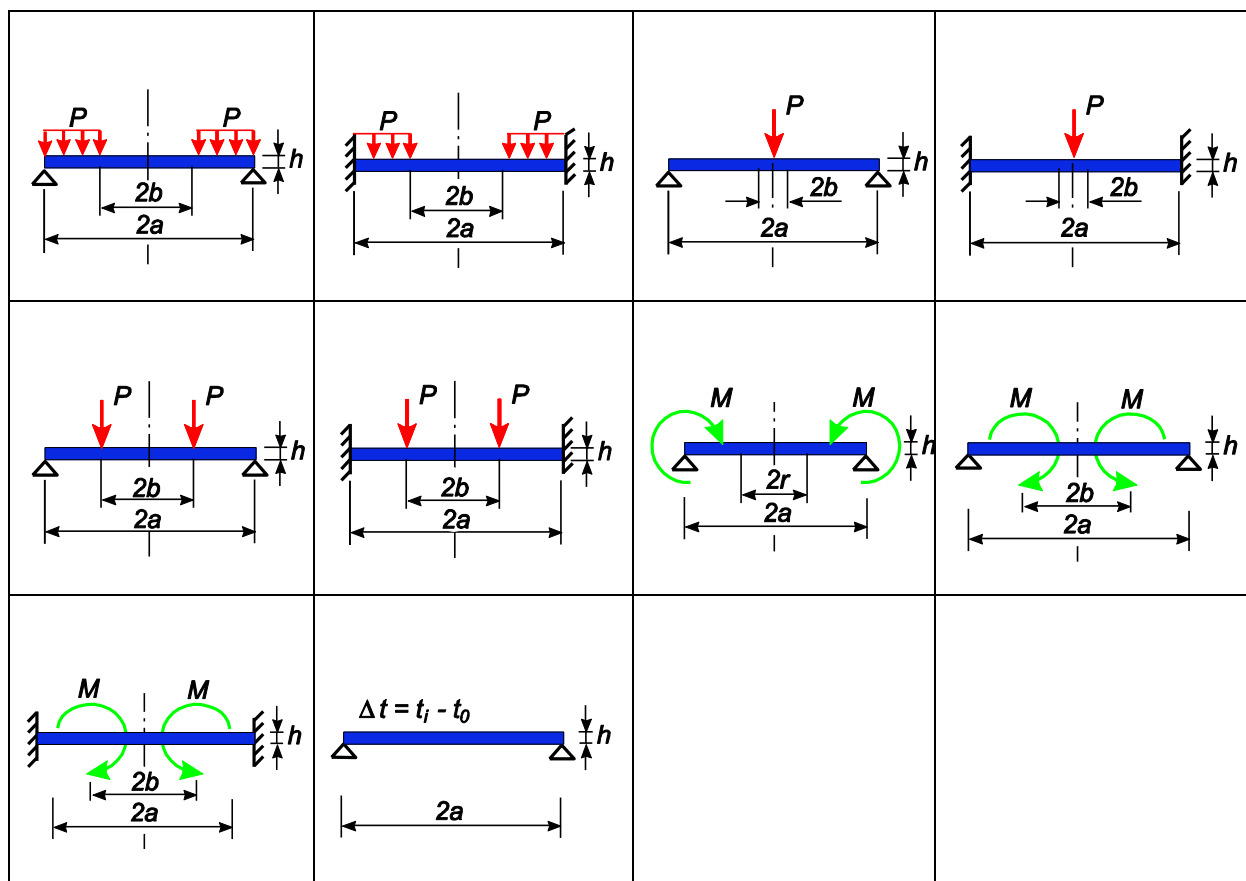
В разделе рассматриваются расчеты круглых пластинок при различных схемах нагрузки и условиях опирания; прямоугольных пластинок; сферических куполов; рассчитываются области напряжения при точечном или линейном контакте упругих тел.

Круглые пластинки

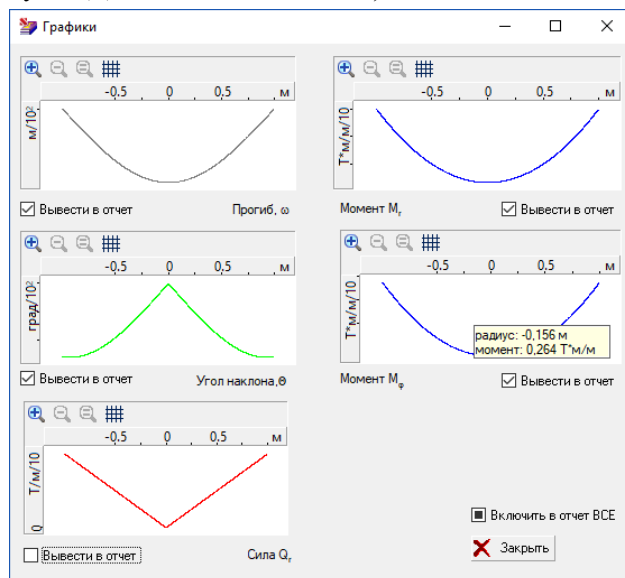


Рассматриваются круглые пластинки при различных симметричных схемах нагрузки и различных условиях опирания. Все реализованные в программе расчетные ситуации приведены ниже в таблице. Выбор расчетной ситуации осуществляется в выпадающем списке.





В качестве исходных данных следует задать радиус пластинки и ее толщину, а также величину нагрузки (и, если необходимо, положение нагрузки). Кроме того, требуется информация о модуле упругости и коэффициенте Пуассона материала, из которого изготовлена пластина (последние могут быть назначены выбором одного из материалов из базы данных или заданы явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ).



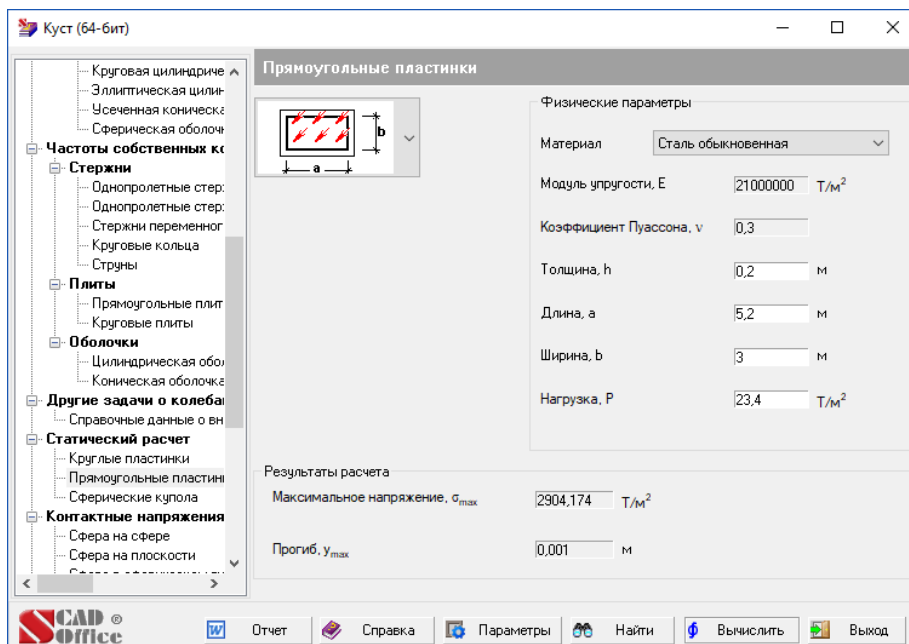
Для точки, расположенной на расстоянии x от центра пластины (эта величина также должна быть задана пользователем) программа вычисляет прогиб, угол наклона, перерезывающую силу и моменты (радиальный и тангенциальный). Кроме того, кнопка **Графики** позволяет получить эпюры вышеперечисленных величин.

В диалоговом окне с эпюрами можно с помощью маркеров отметить эпюры, которые должны быть включены в отчетный документ.

Литература

1. *Справочник по теории упругости* (под редакцией Варвака П.М.) — Киев, «Будівельник», 1971. — 416 с. (см. стр. 335).

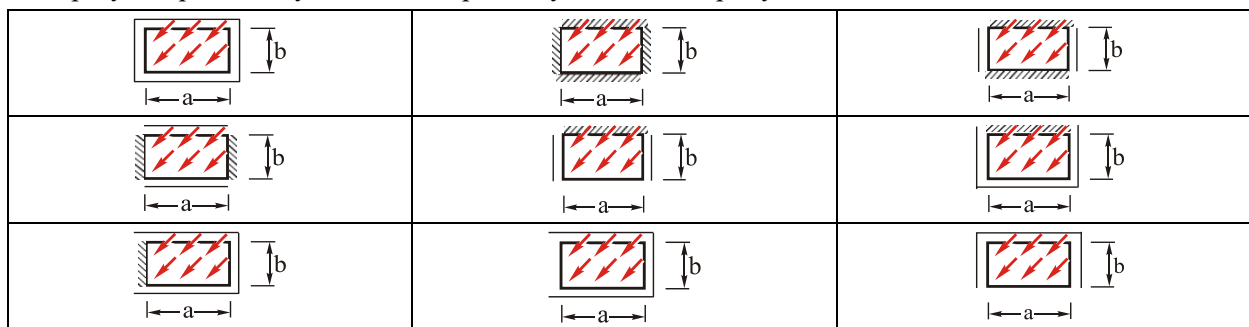
Прямоугольные пластинки



Рассматриваются прямоугольные пластинки с различными условиями закрепления по краям под действием равномерно распределенной нагрузки нормальной к поверхности пластины.

В качестве исходных данных следует задать размеры пластинки в плане и ее толщину, а также величину нагрузки. Кроме того, требуется информация о модуле упругости и коэффициенте Пуассона материала, из которого изготовлена панель (последние могут быть назначены выбором одного из материалов из базы данных или заданы явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ).

Предусмотрены следующие виды краевых условий, выбор осуществляется в выпадающем списке:



Здесь использованы следующие обозначения закреплений:

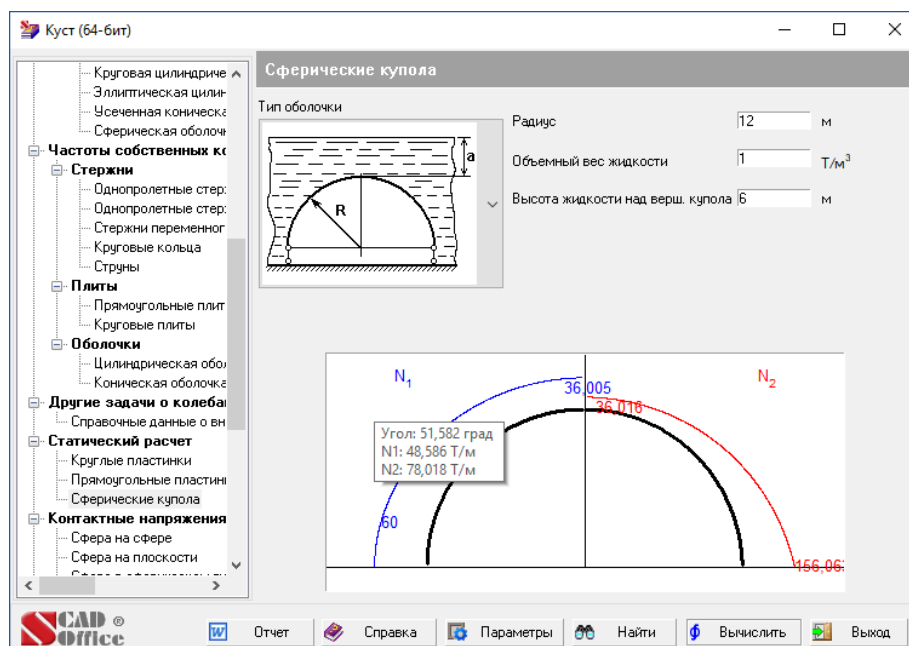
Свободный край	—
Защемление	
Опираение	==

Результатом расчета является значение *максимального напряжения* σ и *максимального прогиба*.

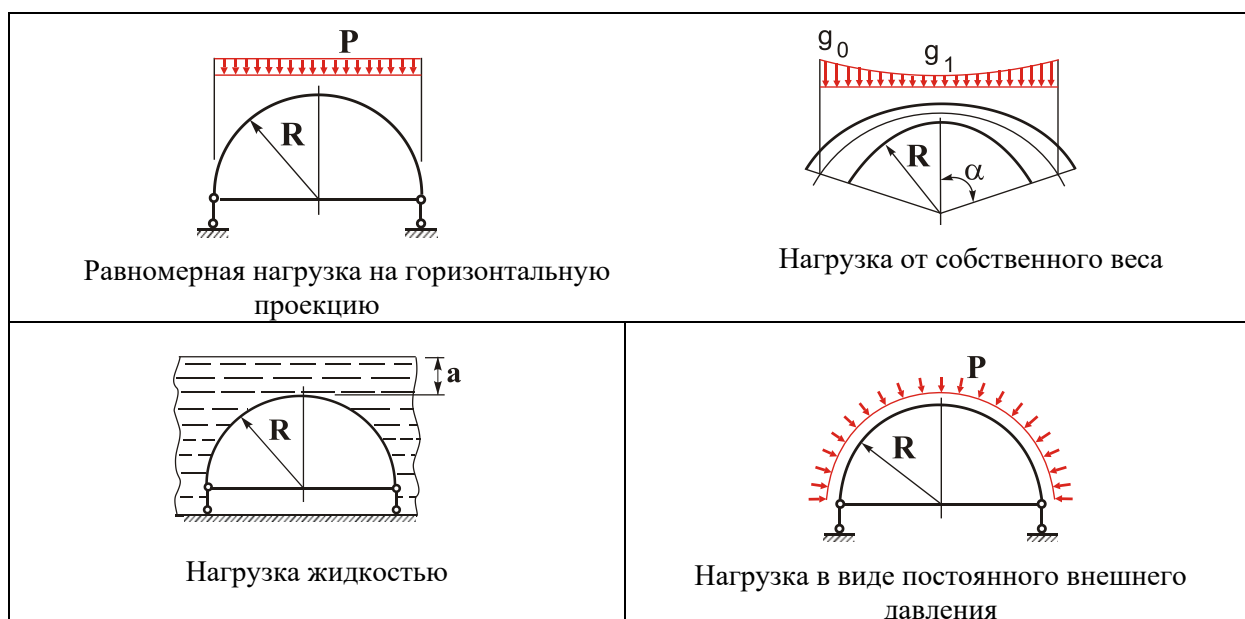
Литература

1. *Справочник по теории упругости* (под редакцией Варвака П.М.) — Киев, «Будівельник», 1971. — 416 с. (см. стр. 376).

Сферические купола



Рассматриваются сферические купола шарнирно опертые по контуру под действием следующих нагрузок:

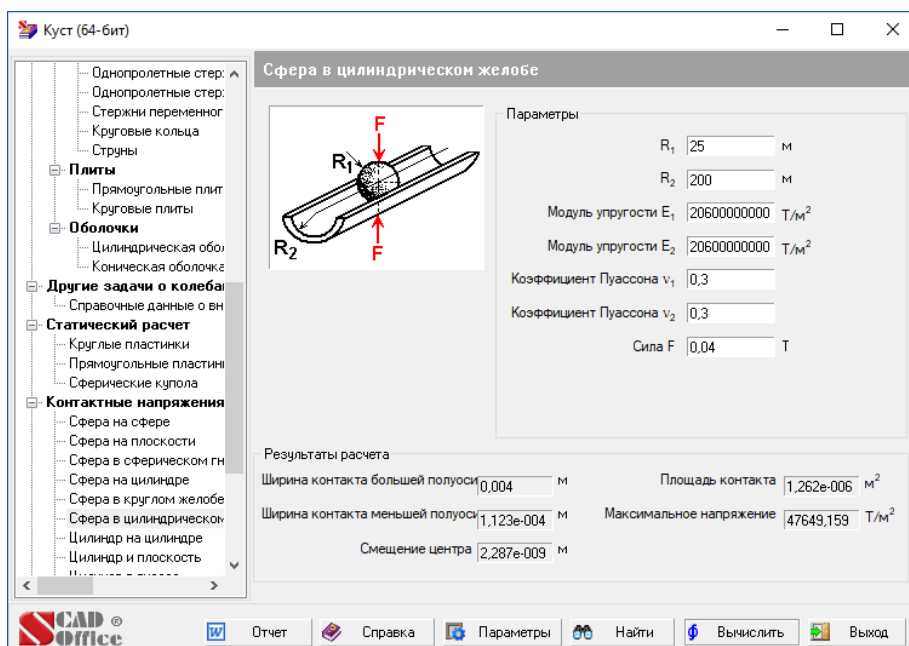


Выбор вида нагрузки осуществляется в выпадающем списке. В качестве исходных данных следует задать радиус купола и величину нагрузки. Нажатие кнопки **Вычислить** приводит к появлению графика тангенциальных компонент усилий в кольцевом и меридиальном направлениях (N_1, N_2). График обладает свойством динамической оцифровки, с помощью которой для указанного курсором аргумента на экран монитора выводятся значения функции.

Литература

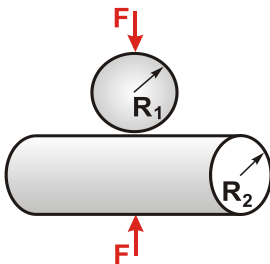
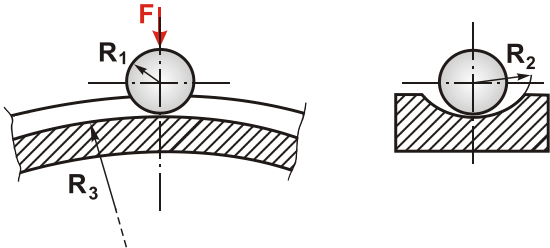
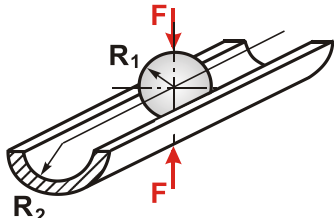
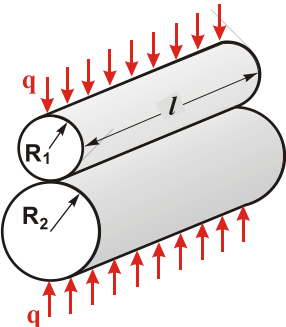
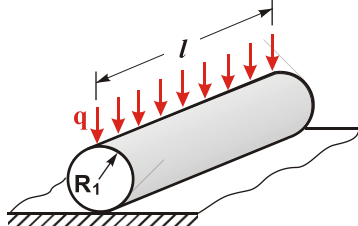
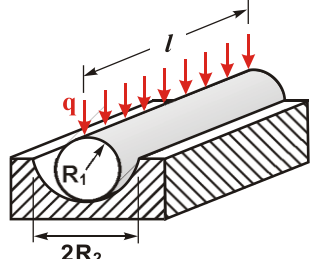
1. *Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический.* т. 2 (под редакцией Уманского А.А.) — М., Стройиздат, 1973. — 415 с. (см. стр. 95).

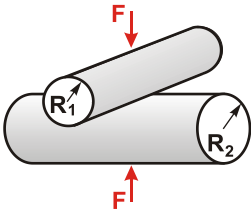
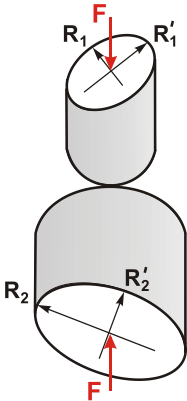
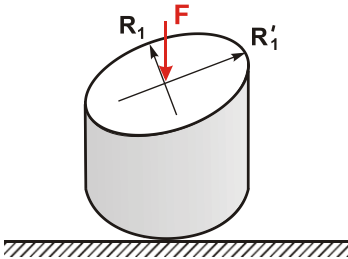
Контактные напряжения



Рассматривается задача об определении максимальных напряжений, размера и площади контактной области при точечном или линейном контакте двух изотропных упругих тел. В качестве исходных данных требуется ввести информацию о радиусах кривизны соприкасающихся тел, модулях упругости и коэффициентах Пуассона материалов двух тел и величине нагрузки. Реализованы следующие частные случаи контактной задачи Герца:

Сфера на сфере	
Сфера на плоскости	
Сфера в сферическом гнезде	

Сфера на цилиндре	
Сфера в круглом желобе	
Сфера в цилиндрическом желобе	
Цилиндр на цилиндре	
Цилиндр и плоскость	
Цилиндр в гнезде	

Перпендикулярные цилиндры	
Произвольная поверхность на произвольной поверхности	
Произвольная поверхность на плоскости	

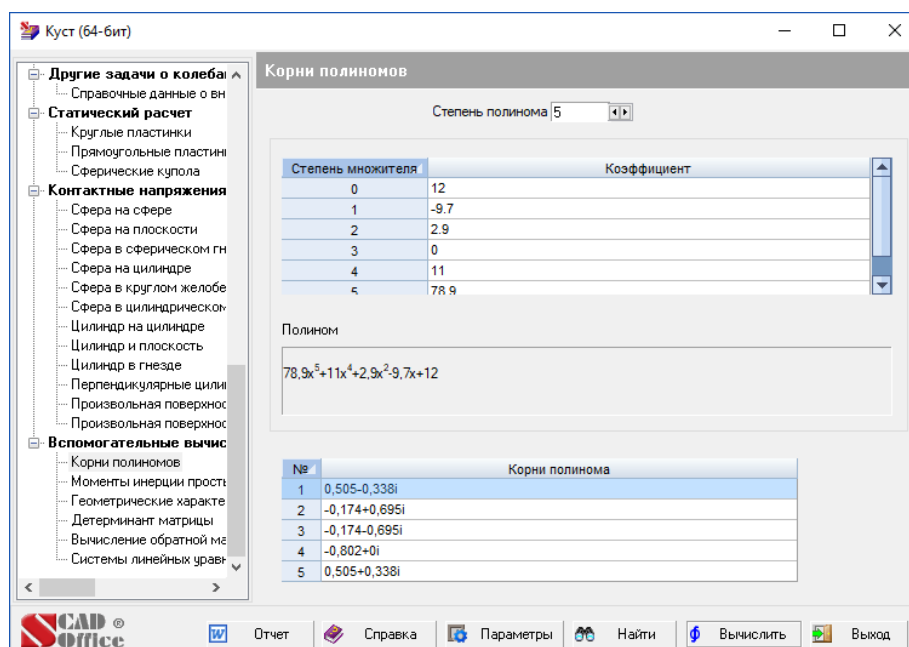
Литература

1. W.D. Pilkey *Stresses, Strains and Structural Matrices*, New-York, John Wiley & Sons Inc. 1994.

1.6 Вспомогательные вычисления

В режимах раздела можно вычислить: корни полиномов, системы линейных уравнений, обратную матрицу, детерминант матрицы, геометрические характеристики различных геометрических фигур, моменты инерции простых тел.

Корни полиномов



Рассматривается задача о нахождении всех решений уравнения

$$\sum_{i=0}^n a_i x^i = 0,$$

с вещественными коэффициентами $a_i, i = 0, \dots, n$.

Для решения задачи нужно задать степень полинома и заполнить таблицу с коэффициентами. В результате решения в таблице, которая расположена в нижней части экрана, приводятся все (вещественные и комплексные) корни полинома.

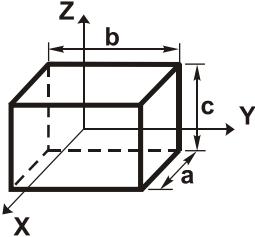
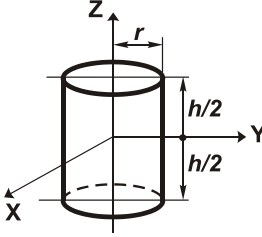
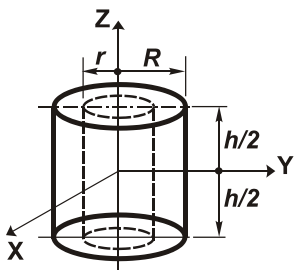
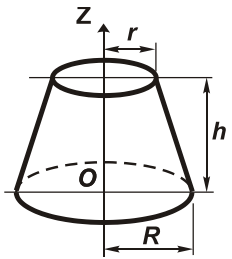
Для решения используется итерационный метод Мюллера.

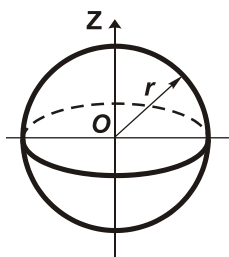
Литература

1. W.H. Press, B.P. Flannery, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, *Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing, 2nd ed.* Cambridge, England: Cambridge University Press, 1992. (см. [1, § 9.5]).

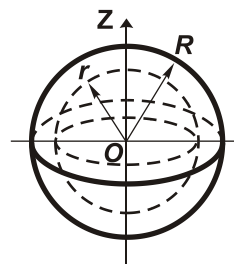
Моменты инерции простых тел

В данном режиме вычисляются *моменты инерции* тел простой геометрической формы, а также *объем* и *площадь* (площади) поверхности. Перечень форм приведен ниже в таблице. В качестве исходных данных следует задать информацию об удельном весе материала (последний может быть назначен выбором одного из материалов из базы данных или задан явно, если в списке материалов выбран пункт ДРУГОЙ МАТЕРИАЛ). Кроме того, в зависимости от выбранной формы задаются необходимые геометрические размеры. Выбор формы тела осуществляется в выпадающем списке.

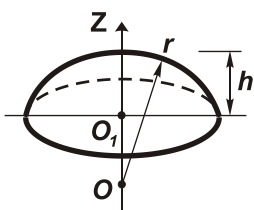
 Прямоугольный параллелепипед	 Цилиндр
 Полый цилиндр	 Прямой усеченный конус



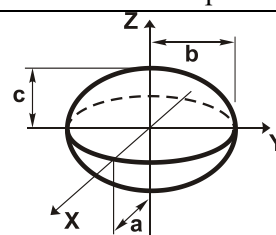
Шар



Полый шар

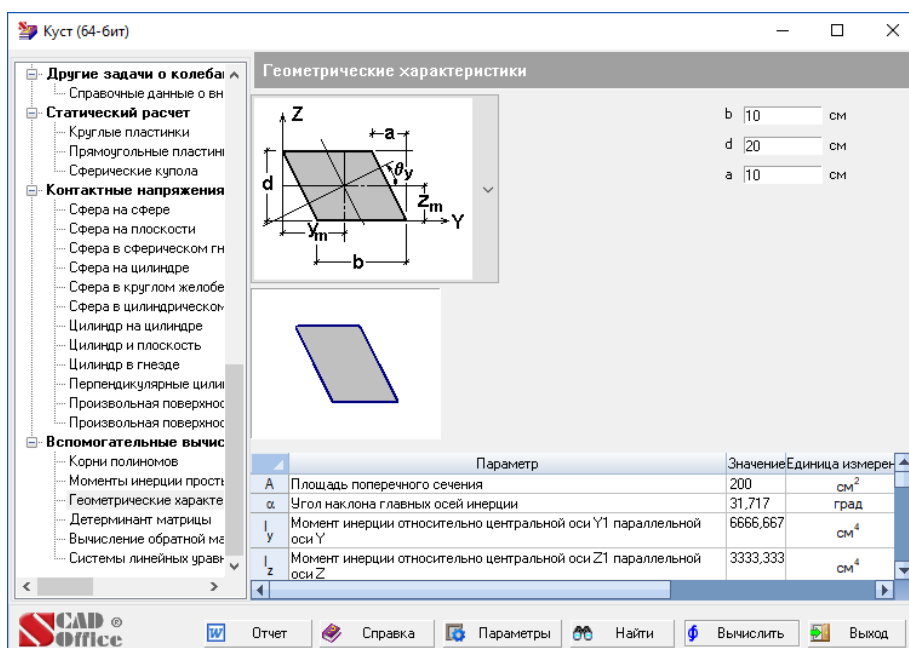


Шаровой сегмент

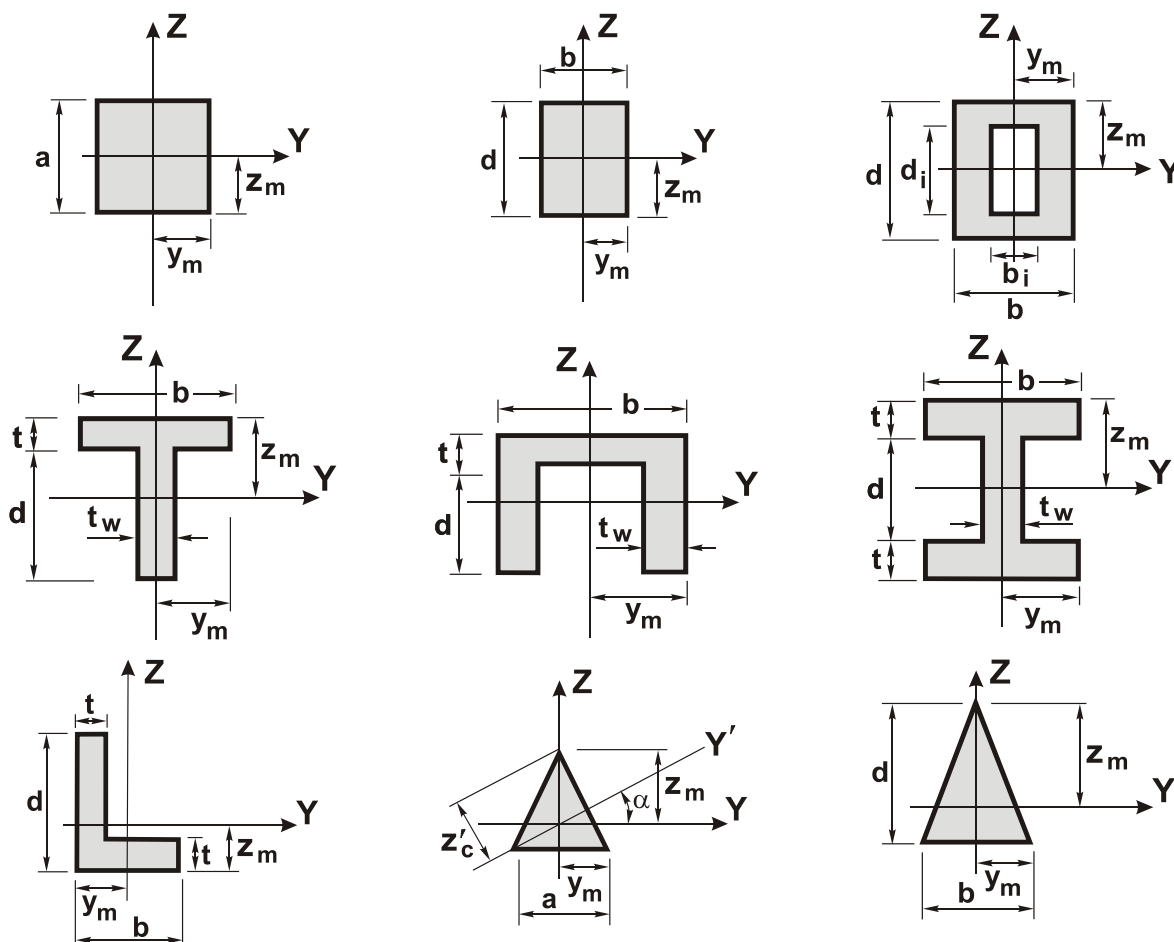


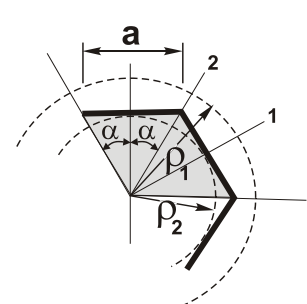
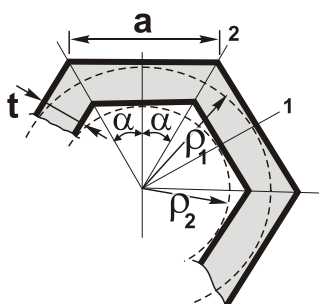
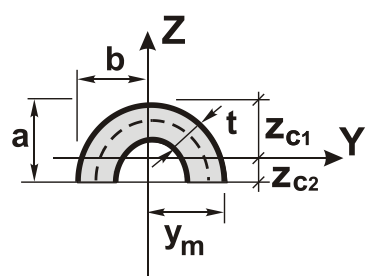
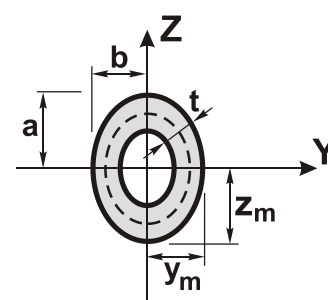
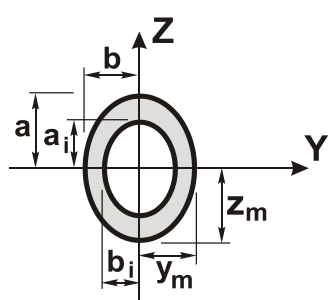
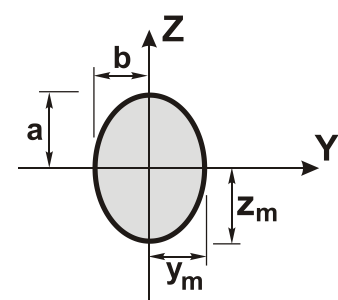
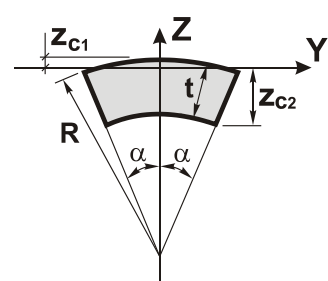
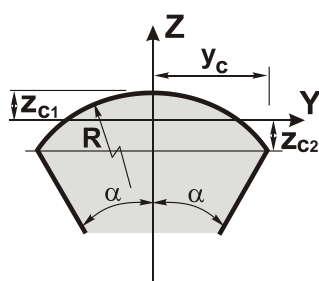
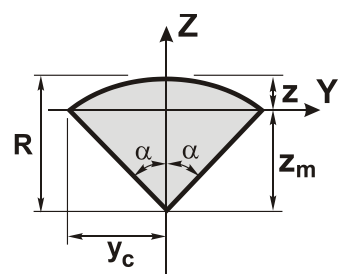
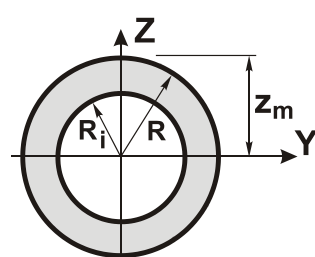
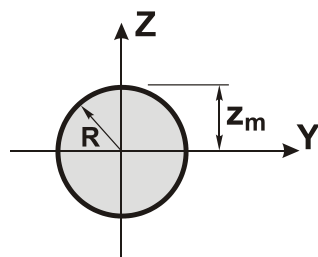
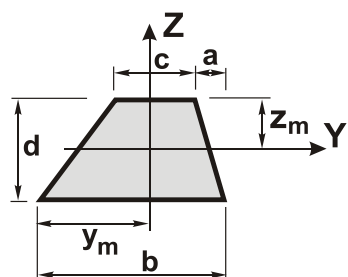
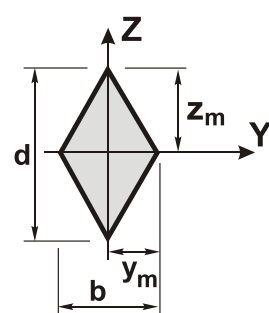
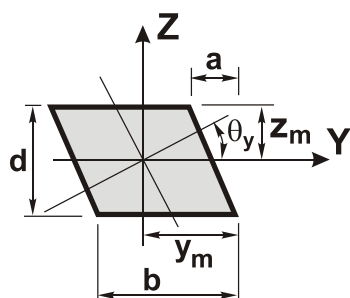
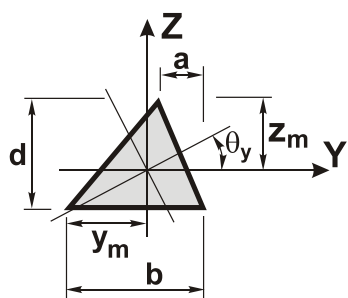
Эллипсоид

Геометрические характеристики



В данном режиме определяются геометрические характеристики (площадь, моменты и радиусы инерции, и пр.) для различных геометрических фигур, изображение которых приведено ниже.





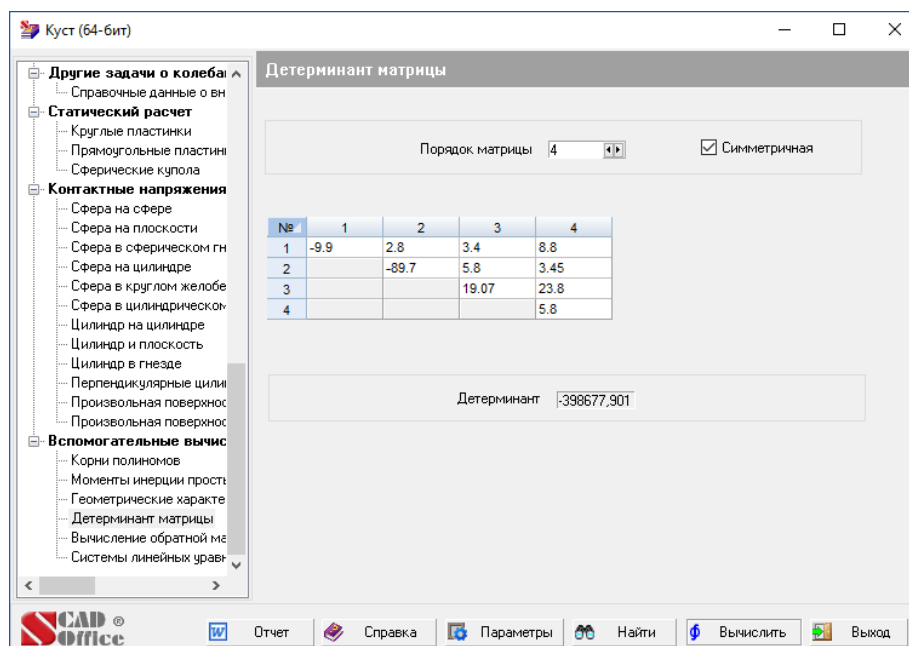


Выбор фигуры осуществляется в выпадающем списке. Для вычисления геометрических характеристик нужно в выпадающем списке выбрать нужную форму, задать необходимые размеры (которые зависят от выбранной формы) и нажать кнопку **Вычислить**. Вычисленные геометрические характеристики выводятся в таблице в нижней части экрана.

Литература

1. W.C. Young, R.G. Budynas, *Roark's formulas for stress and strains, Seventh Edition*, 2002, ISBN 0-07-072542-X, 2001, 832 pp.
2. Биргер И.А., Пановко Я.Г. и др., *Прочность, устойчивость, колебания*, т. 1, М., изд-во «Машиностроение», 1988, 831 стр.

Детерминант матрицы



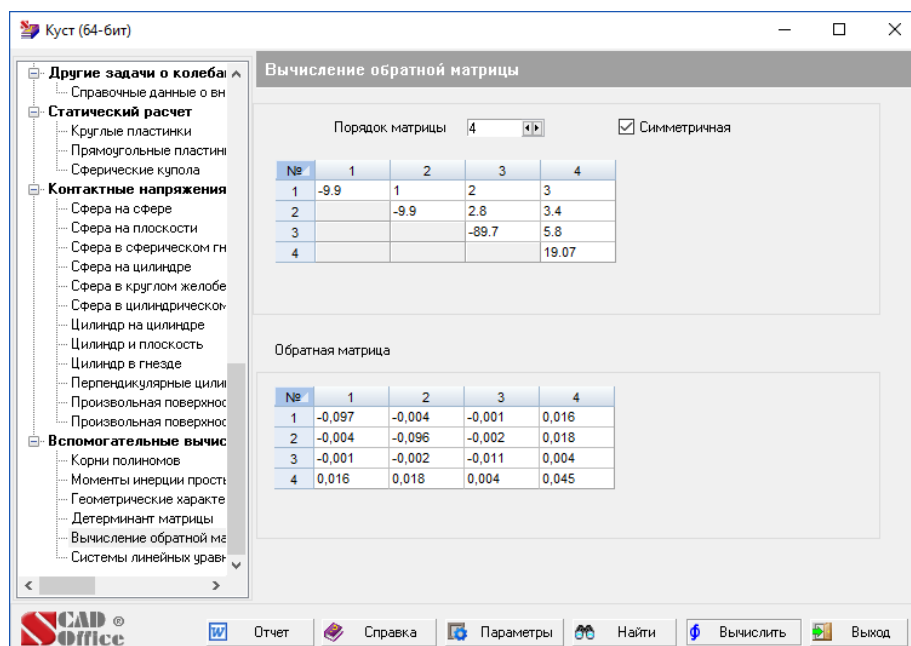
В этом режиме для произвольной матрицы с порядком не превышающим 50, производится вычисление ее детерминанта. При вводе данных нужно задать порядок матрицы и заполнить таблицу коэффициентов. Специальный маркер *Симметричная* позволяет для случая симметричных матриц вводить только коэффициенты, расположенные в верхнем треугольнике матрицы.

Результатом вычислений является *детерминант* заданной матрицы.

Литература

1. Гантмахер Ф.Р., *Теория матриц*, М., изд-во Наука, 1967, 576 с.

Вычисление обратной матрицы



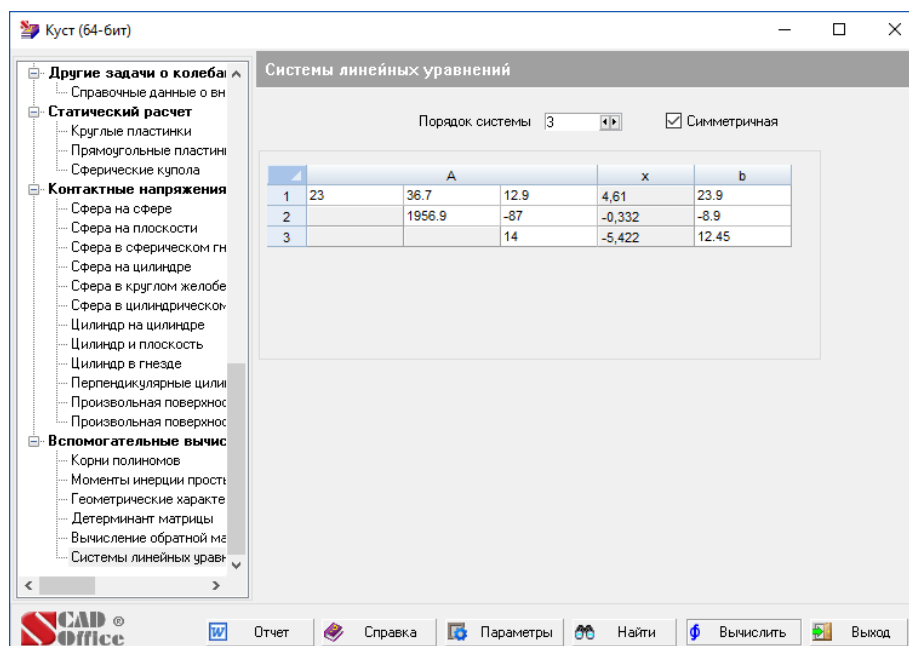
В этом режиме для произвольной матрицы с порядком не превышающим 50, производится вычисление соответствующей ей обратной матрицы. При вводе данных нужно задать порядок матрицы и заполнить таблицу коэффициентов. Специальный маркер *Симметричная* позволяет для случая симметричных матриц вводить только коэффициенты, расположенные в верхнем треугольнике матрицы.

Результатом вычислений является *обратная матрица*, которая выводится в таблице, расположенной в нижней части экрана.

Литература

1. Гантмахер Ф.Р., *Теория матриц*, М., изд-во Наука, 1967, 576 с.

Системы линейных уравнений



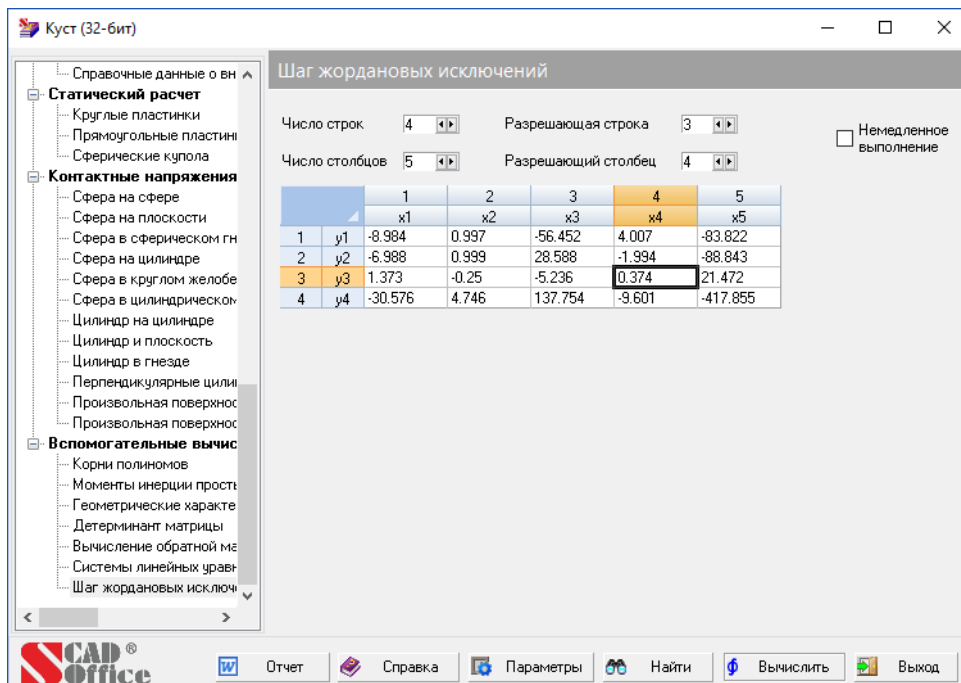
В этом режиме решается система линейных уравнений $Ax = b$ для произвольной матрицы A (с порядком не превышающим 50) и вектора b . При вводе данных нужно задать порядок матрицы и заполнить таблицу коэффициентов. Специальный маркер *Симметричная* позволяет для случая симметричных матриц вводить только коэффициенты, расположенные в верхнем треугольнике матрицы. Вектор правых частей b задается в таблице в столбце с заголовком b .

Результатом вычислений является вектор неизвестных x , который выводится в таблице в столбце с заголовком x .

Литература

1. Гантмахер Ф.Р., *Теория матриц*, М., изд-во Наука, 1967, 576 с.

Шаг жордановых исключений



Шагом жордановых исключений для системы линейных алгебраических уравнений, число которых не обязательно равно числу неизвестных, называется процедура решения i -го уравнения относительно s -го неизвестного и подстановка полученного выражения для x_s во все остальные уравнения. При этом матрица коэффициентов преобразуется, ее новое числовое представление дает рассматриваемая программа.

В книге [1] описана механическая интерпретация рассматриваемой процедуры.

При вводе данных нужно задать размеры матрицы и заполнить таблицу коэффициентов. Выбор разрешающего элемента можно выполнить указанием мышкой нужного элемента или заданием номеров разрешающей строки и разрешающего столбца. Нажатие кнопки **Вычислить** приведет к выполнению шага жорданова исключения. После этого можно выбрать другой разрешающий элемент и сделать следующий шаг. Маркер **Немедленное выполнение** позволяет автоматически выполнять шаги жордановых исключений при каждом новом выборе мышкой нового разрешающего элемента.

Литература

1. Перельмутер А.В., Сливкер В.И., *Расчетные модели сооружений и возможность их анализа* / 4-е изд., исправленное и дополненное — М.: СКАД Софт, АСВ, ДМК Пресс, 2011.— 709 с.

2. Программа КоКон – коэффициенты интенсивности напряжений

2.1 Введение

Многие конструктивные элементы содержат некоторые геометрические особенности (сингулярности), например, отверстия, надрезы, и т.п. Максимальные локальные напряжения обычно возникают именно на границе этих особенностей. Это максимальное местное напряжение $\sigma_{\max}$ намного превышает номинальное напряжение $\sigma_{\text{ном}}$. Отношение максимального напряжения $\sigma_{\max}$ к номинальному $\sigma_{\text{ном}}$ называется *коэффициентом концентрации напряжений* K_t , то есть

$$\sigma_{\max} = K_t \sigma_{\text{ном}}$$

Если рассматривается, например, плоская задача теории упругости, то в зависимости от того, как вычисляется номинальное напряжение $\sigma_{\text{ном}}$ — на основе общей площади элемента (без вычета площади сингулярного объекта (отверстия)) или с учетом этой площади — различают коэффициент концентрации напряжений по площади брутто (K_{tg}) и коэффициент концентрации напряжений по площади нетто (K_{tn}).

В некоторых случаях, например, если речь идет об отверстиях в бесконечных пластинах (см. рис. 2.1-1), то понятия коэффициентов концентрации напряжений по площади брутто/нетто теряют смысл, и следует говорить лишь о *коэффициенте концентрации напряжений* K_t .

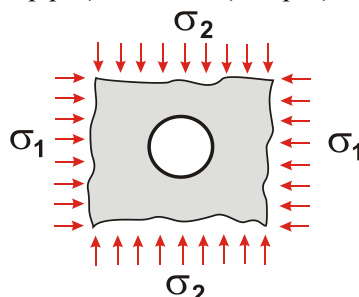


Рис. 2.1-1. Отверстие в неограниченной пластине

Изучение концентрации напряжений основано на теоретических вычислениях, численном анализе или экспериментальных данных (фотоупругость). Многочисленные исследования концентрации напряжений были систематизированы и изложены в книге W.D.Pilkey *Peterson's Stress Concentration Factors*. Реализация программы **КоКон** основана, в основном, на этой публикации.

В программе **КоКон** рассмотрено достаточно много конструктивных элементов с особенностями под действием (как правило) одной нагрузки. На практике конструктивные элементы находятся под действием комбинированных нагрузок. Чтобы оценить максимальные напряжения в этом случае, достаточно, используя коэффициенты концентрации напряжений для одиночных нагрузок и номинальные напряжения, определить максимальные напряжения и использовать *принцип суперпозиции* (это возможно, поскольку мы предполагаем линейную работу материала конструкции и, кроме того, максимальные напряжения возникают, как правило, в одних и тех же точках при различных видах нагружения).

Кроме того, в программе **КоКон** реализованы режимы расчета коэффициентов интенсивности напряжений в вершине трещины. В зависимости от рассматриваемой задачи вычисляются коэффициенты интенсивности трех видов:

K_I — коэффициенты интенсивности для трещин I вида (*трещины отрыва* или *нормального отрыва*);

K_{II} , — для трещин II вида (*трещины поперечного сдвига*);

K_{III} — для трещин III вида (*трещины продольного или антиплоского сдвига*).

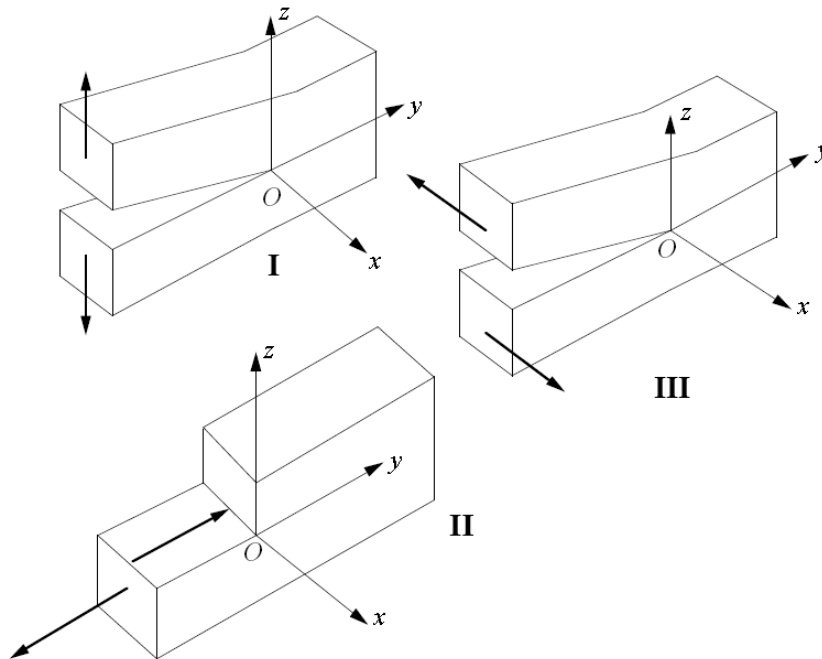


Рис 2.1-2. Три вида трещин:

I – трещины нормального отрыва, II – поперечного сдвига, III – продольного сдвига

2.2 Управление программой

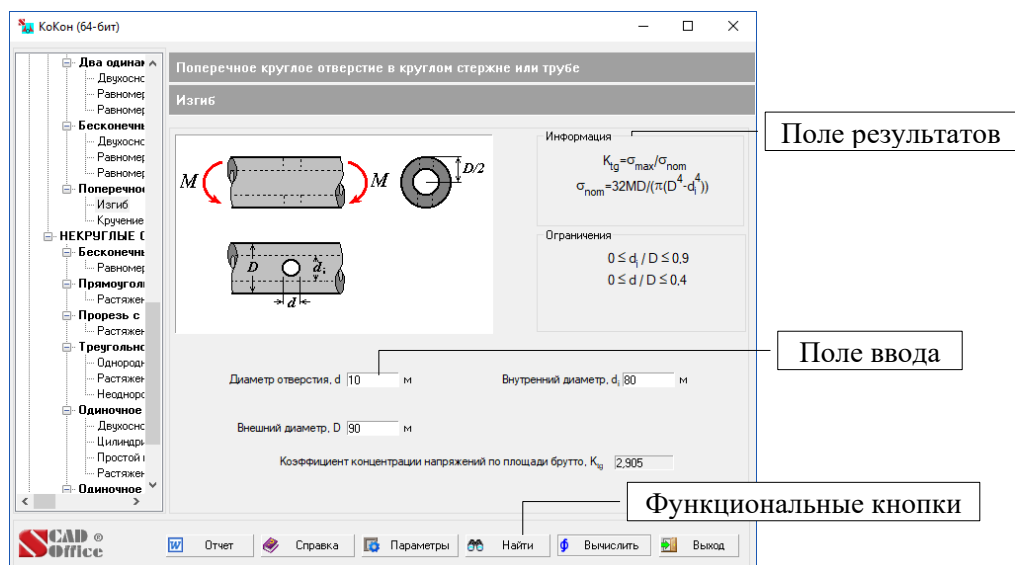


Рис. 2.2-1. Окно программы **КоКон**

Окно программы **КоКон** во всех режимах имеет одинаковый набор элементов управления, к которым относятся:

- дерево задач, которое служит для выбора вида расчета;
- окна ввода, в которых задаются исходные данные;
- поля отображения результатов расчета, в которые выводятся значения коэффициентов концентрации напряжения;
- функциональные кнопки для активизации расчета и вызова различных операций управления.

Дерево задач

Дерево задач построено по трехуровневой схеме. Первый уровень содержит наименование формы особенности, например, ПАЗЫ И НАДРЕЗЫ или ОТВЕРСТИЯ. На втором уровне находятся

наименования групп задач, например, скругления пересекающихся стержней, на третьем уровне — тип нагрузки. Для вызова задачи следует установить курсор на наименование вида нагрузки и нажать левую кнопку мыши.

Окна ввода

При задании данных в окнах ввода допускается представление чисел с плавающей запятой (например, 0.214) или в экспоненциальном виде (например, 1.23e5). В качестве разделителя между дробной и целой частью используется точка. Можно использовать и запятую, но это должно быть указано в настройках операционной среды Windows. Контроль корректности введенных данных выполняется в процессе расчета.

Функциональные кнопки

С помощью функциональных кнопок выполняются следующие операции управления программой:

Вычислить — активизация операций проверки корректности исходных данных и выполнения расчета;

Отчет — формирование отчета с результатами расчета;

Параметры — активирует режим настройки параметров (см. ниже);

Справка — справочная информация по программе **КоКон**;

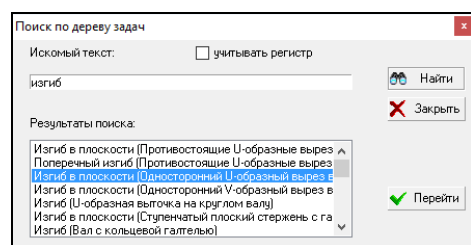


Рис. 2.2-2. Диалоговое окно
Поиск по дереву задач

Найти — поиск в дереве задач по контексту в наименовании задачи. Поиск выполняется в диалоговом окне **Поиск по дереву задач** (рис. 2.2-2), в котором следует задать искомый текст и нажать кнопку **Найти**. После этого в списке **Результаты поиска** появляется перечень всех задач, в наименовании которых присутствует заданный текст. Если установить курсор на нужную задачу и нажать кнопку **Перейти**, то управление в дереве будет передано указанной задаче. Для выполнения расчета следует закрыть диалоговое окно поиска.

Выход — конец работы с программой.

Расчет

Для выполнения расчета следует выполнить следующие действия:

- ➔ выбрать в дереве задачу;
- ➔ задать исходные данные в полях ввода;
- ➔ нажать кнопку **Вычислить**.

2.3 Настройки

Это окно может быть вызвано в любой момент работы **КоКон**. С его помощью выполняется настройка общих параметров работы. Окно содержит закладки: **Единицы измерения**, **Отчет и языки**, **Визуализация** и **Общие параметры**.

Каждой из закладок соответствует страница, которая обеспечивает выбор определенного вида параметров настройки.

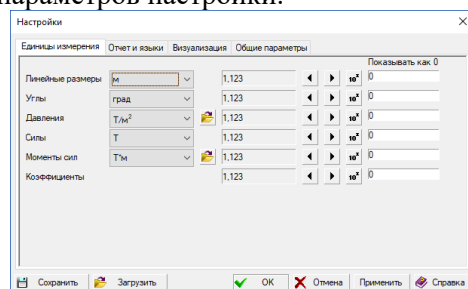


Рис. 2.3-1. Страница
Единицы измерения

Страница **Единицы измерения** (рис. 2.3-1) определяет используемые единицы измерения величин. Она имеет две группы данных. В первой задаются единицы измерения, применяемые для определения размеров конструкции, сил, моментов и т.д.

Для составных единиц (таких, как давление) предусмотрена возможность (кнопка ) отдельного выбора единиц измерения составляющих (например, единиц измерения сил и единиц измерения линейных величин для давления). Вторая группа позволяет регулировать форму представления и точность задания данных.

Специальные элементы управления используются для назначения форматов представления данных. Здесь задается количество значащих цифр при представлении данных в форме с десятичной точкой или в экспоненциальном представлении.

Точность представления данных (количество значащих цифр после запятой) назначается с помощью кнопок  (уменьшить) и  (увеличить), а установка экспоненциальной формы числа — кнопкой . Кроме того, в соответствующих окнах ввода можно определить, какое значение той или иной единицы следует интерпретировать как очень малое, и при визуализации соответствующих данных показывать как 0, если значение по абсолютной величине меньше заданного.

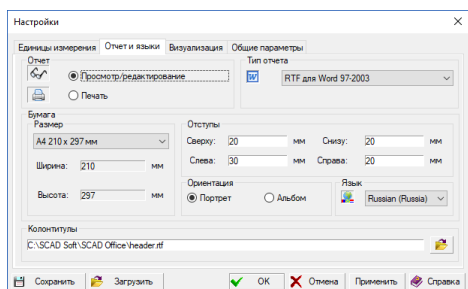


Рис. 2.3-2. Страница **Отчет и языки**

Страница **Отчет и языки** (рис. 2.3-2) дает возможность выбрать язык, на котором будут представлены все тексты в управляющих окнах, и оформлен отчет.

Для работы с отчетным документом может быть выбран режим **Просмотр/Редактирование** или режим **Печать**.

В режиме **Просмотр/Редактирование** нажатие на кнопку **Отчет** в любом рабочем окне позволяет просмотреть текст отчета на экране и отредактировать его. Для этого вызывается приложение, ассоциированное с форматом **RTF** (Rich Text Format) файла (например, **WORDPAD** или **WORD**). Естественно, что за исправления, внесенные в текст отчета (а могут быть исправлены и результаты расчета), ответственность несет пользователь.

Существуют различия в формате **RTF** файлов, которые используются программами **MS Word v.7** и **WordPad** или программой **MS Word 97 (2000)**. В связи с этим программа предоставляет возможность выбора формата **RTF** в режиме **Тип отчета**. Кроме того, в этом списке присутствует возможность выбора формата **RTF**, совместимого с **OpenOffice**, или форматов **PDF**, **DOC**, **HTML**.

Нажатие кнопки **Печать** в группе **Отчет** вызывает печать отчета в той форме, в которой он сформирован программой.

В строке **Колонтитулы** рассматриваемой страницы можно указать имя **RTF**-файла, из которого берутся колонтитулы для оформления страниц отчетного документа, или нажатием кнопки выбрать в списке существующий файл.

Замечание. Если вы хотите модифицировать поставляемый с программой **RTF**-файл колонтитулов, то при использовании для этого программы **MS Word** следует помнить, что недостаточно просто ввести новый текст, нужно еще использовать меню **Tools|Language|Set Language** (**Сервис|Язык|Выбрать язык**) и установить для вновь введенного текста язык, например, «Русский».

Опция **Размер бумаги** позволяет установить формат бумаги, на которой печатается отчет (размер выбирается из выпадающего списка).

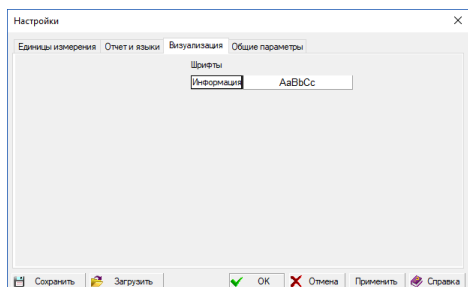


Рис. 2.3-3. Страница **Визуализация**

На странице **Визуализация** (рис. 2.3-3) имеется группа элементов управления **Шрифты**. Двойной щелчок левой кнопки мыши позволяет активировать стандартное окно **Windows** для настройки шрифта.

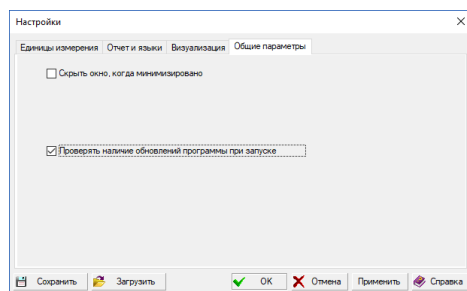


Рис. 2.3-4. Страница
Общие параметры

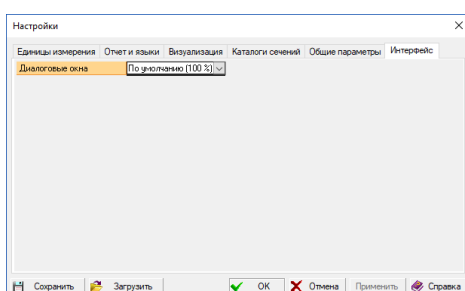


Рис. 2.3-5. Страница
Интерфейс

На странице **Общие параметры** (рис. 2.3-4) можно выставить маркер **Скрыть окно, когда минимизировано**, и тогда при минимизации окна программы оно исчезнет из панели задач, а в “tray”-область попадет икона. Из “tray”-области окно восстанавливается левой кнопкой мыши, правой – открывается контекстное меню.

Кроме того, на этой странице можно выставить маркер **Проверить наличие обновлений программы при запуске**. Если маркер установлен, то при каждом запуске программа будет проверять наличие новой версии на сайте компании и при обнаружении нового релиза выдавать соответствующее сообщение.

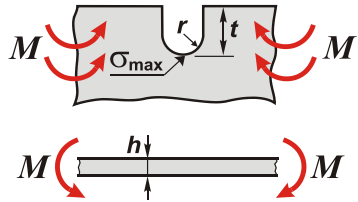
На странице **Интерфейс** (рис. 2.3-5) можно установить масштаб для диалоговых окон.

Возможности, которые предоставлены на этой странице, предназначены в первую очередь для настроек параметров при работе на HiDPI мониторах.

2.4 Вырезы и выточки

Эллиптический или U-образный вырез в полубесконечной пластине

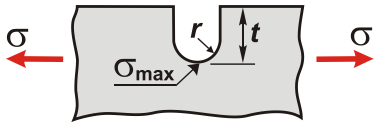
Поперечная нагрузка

	Информация и ограничения
	$0 \leq t/r \leq 7$ $K_{tn} = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{ном}}$ $\sigma_{\text{ном}} = 6M / h^2$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 2.37, p. 118 § 2.7.1, p. 72).
2. S. Shioya, *On the Transverse Flexure of a Semi-Infinite Plate with an Elliptic Notch*, Ingenieur-Archiv, 1960, 29, p. 93.

Одноосное растяжение

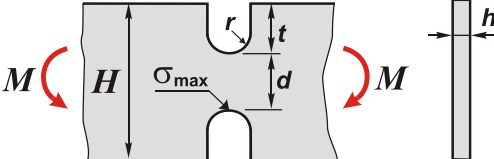
	Информация и ограничения
	$0 \leq t/r \leq 361$ $K_{tg} = \sigma_{\max} / \sigma$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 2.2 p. 82 § 2.3.1, p. 62).
2. M. Seika, *Stresses in a Semi-Infinite Plate Containing a U-Type Notch Under Uniform Tension*, Ingenieur-Archiv., 1960, 27, p. 20.
3. L. Bowie, *Analysis of Edge Notches in a Semi-Infinite Region*, J. Math and Phys, 45, 356-366.
4. F.I. Barrata, D.M. Neal, *Stress Concentration Factors in U-Shaped and Semi-Elliptical Shaped Edge Notches*, Strain Anal., 1970, 5, p. 121.

Противостоящие U-образные вырезы в пластине конечной ширины

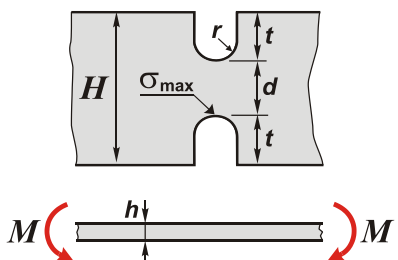
Изгиб в плоскости

	Информация и ограничения
	$0.1 \leq t/r \leq 50$ $0 \leq 2t/H \leq 1$ $K_{in} = \sigma_{max} / \sigma_{nom}$ $\sigma_{nom} = 6M / hd^2$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 2.25 p. 105 § 2.6.3 p. 70).
2. M. Frocht, *Factors of Stress Concentration Photoelasticity Determined*, Trans. ASME, Applied Mechanics Section, 1935, 57, p. A-67.
3. M. Isida, *On the Tension of the Strip with Semi-Circular Notches*, Trans. Japan Soc. Mech.Eng., 1953, 19, p. 5.
4. Chi-Bing Ling, *On Stress Concentration at Semicircular Notch*, Trans. ASME, Applied Mechanics Section, 1967, 89, p. 522.

Поперечный изгиб

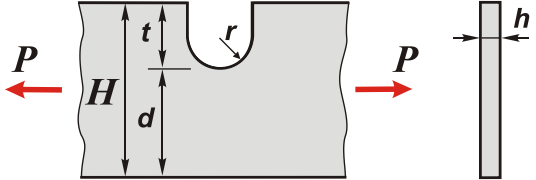
	Информация и ограничения
	$0.1 \leq t/r \leq 5$ $0 \leq 2t/H \leq 1$ $t/h \gg 1$ $K_{in} = \sigma_{max} / \sigma_{nom}$ $\sigma_{nom} = 6M / dh^2$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 2.39 p. 120 § 2.7.2).
2. S. Shioya, *On the Transverse Flexure of a Semi-Infinite Plate with an Elliptic Notch*, Ingenieur-Archiv, 1960, 29, p. 93.
3. H. Lee, *The Influence of Hyperbolic Notches on the Transverse Flexure of Elastic Plates*, Trans. ASME, Applied Mechanics Section, 1940, 62, p. A-53
4. H. Neuber, *Theory of Notch Stresses: principles for exact calculation of strength with reference to structural form and material*, 2nd ed., Berlin, Springer-Verlag, 1958.

Односторонний U-образный вырез в пластине конечной ширины

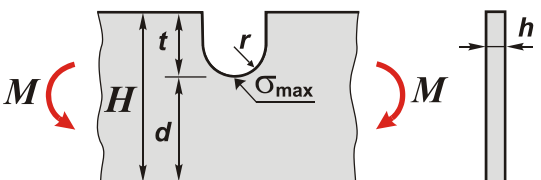
Осевое растяжение

	Информация и ограничения
	$0.5 \leq t/r \leq 20$ $0 \leq t/H \leq 1$ $K_{tn} = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{nom}}$ $\sigma_{\text{nom}} = P / hd$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 2.9 p. 89 § 2.3.6 p. 65).
2. G. Cole, A. F. Brown, *Photoelastic Determination of Stress Concentration Factors Caused by a Single U-Notch on One Side of a Plate in Tension*, Royal Aero. Soc., 1958, 62, p. 597.

Изгиб в плоскости

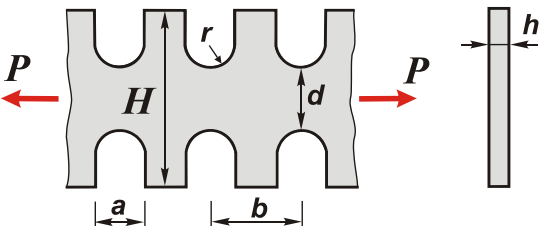
	Информация и ограничения
	$0.5 \leq t/r \leq 20$ $0 \leq t/H \leq 1$ $K_{tn} = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{nom}}$ $\sigma_{\text{nom}} = 6M / hd^2$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 2.30a p. 110 § 2.6.5 p.70).
2. M. Leven, M. M. Frocht, *Stress Concentration Factors for a Single Notch in a Flat Plate in Pure and Central Bending*, Proc. SESA, 1953, 11, No. 2, p. 179.

Бесконечный ряд двусторонних полукруглых вырезов в пластине конечной ширины

Осевое растяжение

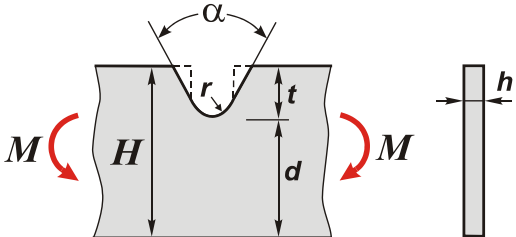
	Информация и ограничения
	$0 \leq a/H \leq 0.4$ $0 \leq a/b \leq 1$ $K_{tn} = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{nom}}$ $\sigma_{\text{nom}} = P/hd$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 2.12 p. 92 § 2.3.8 p. 66).
2. A. Atsumi, *Stress Concentration in a Strip under Tension and Containing an Infinite Row of Semicircular Notches*, Q. J. Mech. & Appl. Math., 1958, 11, Part 4, p. 478.

Односторонний V-образный вырез в пластине конечной ширины

Изгиб в плоскости

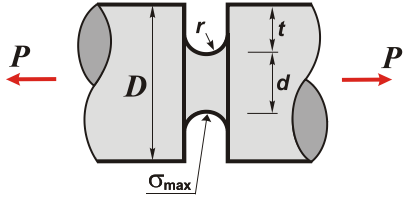
	Информация и ограничения
	$0.5 \leq t/r \leq 4$ $0 \leq t/H \leq 1$ $0 \leq \alpha \leq 150^\circ$ $K_{tn} = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{nom}}$ $\sigma_{\text{nom}} = 6M/hd^2$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 2.28 p. 108 § 2.6.4 p. 70).
2. M. Leven, M. M. Frocht, *Stress Concentration Factors for a Single Notch in a Flat Plate in Pure and Central Bending*, Proc. SESA, 1953, 11, No. 2, p. 179.

U-образная выточка на круглом валу

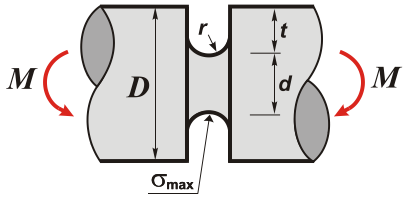
Осевое растяжение

	Информация и ограничения
	$0.3 \leq r/d \leq 1$ $1.005 \leq D/d \leq 1.1$ $K_{tn} = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{ном}}$ $\sigma_{\text{ном}} = 4P / \pi d^2$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 2.21 p. 101 § 2.5.2 p. 69).
2. H. Neuber, *Theory of Notch Stresses: principles for exact calculation of strength with reference to structural form and material*, 2nd ed., Berlin, Springer-Verlag, 1958.

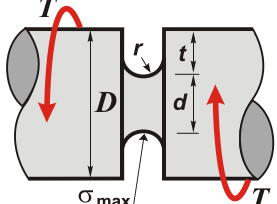
Изгиб

	Информация и ограничения
	$0.25 \leq t/r \leq 50$ $0 \leq 2t/D \leq 1$ $K_{tn} = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{ном}}$ $\sigma_{\text{ном}} = 32M / \pi d^3$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 2.41 p. 122 § 2.8.2 p. 72).

Кручение

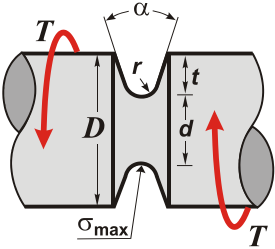
	Информация и ограничения
	$0.25 \leq t/r \leq 50$ $0 \leq 2t/D \leq 1$ $K_{tn} = \tau_{\max} / \tau_{\text{ном}}$ $\tau_{\text{ном}} = 16T / \pi d^3$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 2.47 p. 128 § 2.9.3 p. 74).
2. R. Rushton, *Stress Concentrations Arising in the Torsion of Grooved Shafts*, J. Mech. Sci., 1967, 9, p. 697.

V-образная выточка на круглом валу

Кручение

	Информация и ограничения
	$0.1 \leq t/r \leq 50$ $0 \leq 2t/D \leq 1$ $0 \leq \alpha \leq 125^\circ$ $r/d \leq 0.01, \text{ если } 90 \leq \alpha \leq 125$ $K_{\text{тн}} = \tau_{\text{max}} / \tau_{\text{ном}}$ $\tau_{\text{ном}} = 16T / \pi d^3$

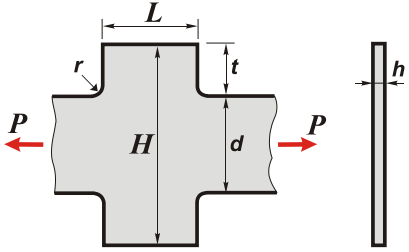
Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 2.51 p. 132 § 2.9.4 p. 76).
2. R. Rushton, *Stress Concentrations Arising in the Torsion of Grooved Shafts*, J. Mech. Sci., 1967, 9, p. 697.

2.5 Галтели

Ступенчатый плоский стержень с галтелями

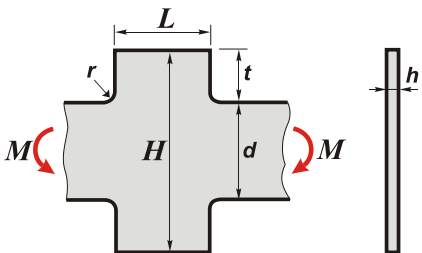
Осевое растяжение

	Информация и ограничения
	$0.1 \leq t/r \leq 20$ $0 \leq 2t/H \leq 1$ $L/H \geq 5.5 - 1.89(r/d - 0.15)$ $K_t = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{ном}}$ $\sigma_{\text{ном}} = P / hd$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 3.2a p. 151 § 3.3.2 p. 138).
2. K. Kumagai, H. Shimada, *The Stress Concentration Produced by a Projection under Tensile Load*, Bull. Japan Soc. Mech. Eng., 1968, 11, p. 739.

Изгиб в плоскости

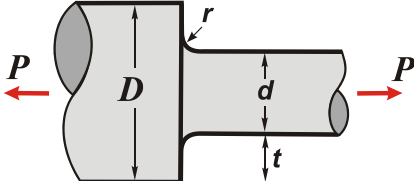
	Информация и ограничения
	$0.1 \leq t/r \leq 20$ $0 \leq 2t/H \leq 1$ $L/H \geq 2.0 - 2.05(r/d - 0.025)$ $K_t = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{ном}}$ $\sigma_{\text{ном}} = 6M / hd^2$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 3.8a, p. 160 § 3.4.2 p. 143).
2. M. Leven, J. B. Hartman, *Factors of Stress Concentration for Flat Bars with Centrally Enlarged Section*, Proc. SESA, 1951, 19, No. 1, p. 53.

Вал с кольцевой галтелью

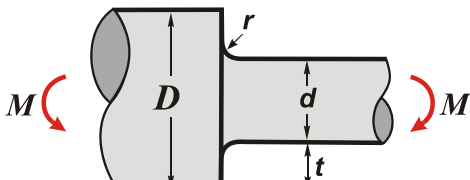
Осевое растяжение

	Информация и ограничения
	$0.1 \leq t/r \leq 20$ $0 \leq 2t/D \leq 1$ $K_t = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{ном}}$ $\sigma_{\text{ном}} = 4P / \pi d^2$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 3.4 p. 156 § 3.3.5 p. 142).

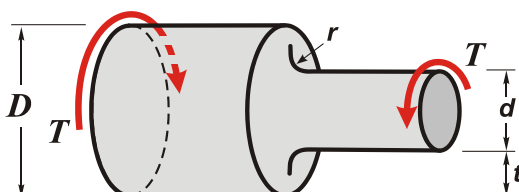
Изгиб

	Информация и ограничения
	$0.1 \leq t/r \leq 20$ $0 \leq 2t/D \leq 1$ $K_t = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{ном}}$ $\sigma_{\text{ном}} = 32M / \pi d^3$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 3.10 p. 164 § 3.4.4 p. 143).
2. M. Leven, J.B. Hartman, *Factors of Stress Concentration for Flat Bars with Centrally Enlarged Section*, Proc. SESA, 1951, 19, No. 1, p. 53.
3. H. Wilson, D.J. White, *Stress Concentration Factors for Shoulder Fillets and Grooves in Plates*, Strain Anal., 1973, 18, p. 43-51.

Кручение

	Информация и ограничения
	$0.25 \leq t/r \leq 4$ $0 \leq 2t/D \leq 1$ $K_t = \tau_{\max} / \tau_{\text{ном}}$ $\tau_{\text{ном}} = 16T / \pi d^3$

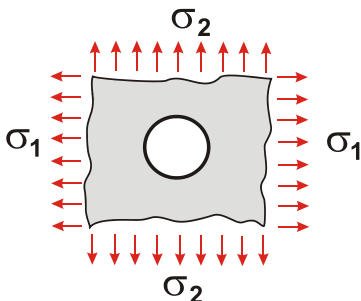
Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 3.12, p. 166 § 3.5.1 p. 144).
2. J. Matthews, C.J. Hooke, *Solution of Axisymmetric Torsion Problems by Point Matching*, Strain Anal., 1971, 6, p. 124.

2.6 Круглые отверстия

Одиночное круглое отверстие в неограниченной пластине

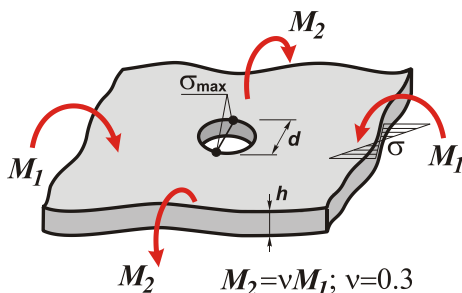
Двухосное растяжение

	<table><tr><th>Информация и ограничения</th></tr><tr><td>$-1 \leq \sigma_2 / \sigma_1 \leq 1$</td></tr><tr><td>$K_t = \sigma_{\max} / \sigma$</td></tr></table>	Информация и ограничения	$-1 \leq \sigma_2 / \sigma_1 \leq 1$	$K_t = \sigma_{\max} / \sigma$
Информация и ограничения				
$-1 \leq \sigma_2 / \sigma_1 \leq 1$				
$K_t = \sigma_{\max} / \sigma$				

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (§ 4.3.2 p. 184).

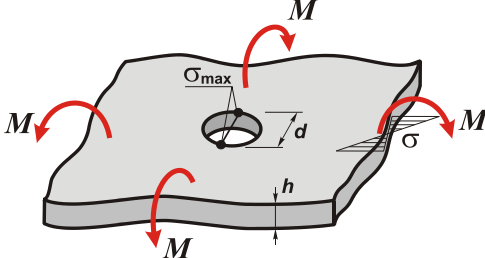
Цилиндрический изгиб

 $M_2 = \nu M_1; \nu = 0.3$	<table><tr><th>Информация и ограничения</th></tr><tr><td>$0 \leq d / h \leq 7$</td></tr><tr><td>$K_t = \sigma_{\max} / \sigma$ $\sigma = 6M / h^2$</td></tr></table>	Информация и ограничения	$0 \leq d / h \leq 7$	$K_t = \sigma_{\max} / \sigma$ $\sigma = 6M / h^2$
Информация и ограничения				
$0 \leq d / h \leq 7$				
$K_t = \sigma_{\max} / \sigma$ $\sigma = 6M / h^2$				

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.82 p. 358 § 4.6.4 p. 240).

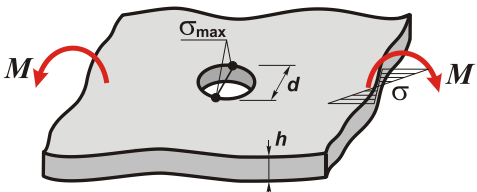
Сферический изгиб

	<table><tr><th>Информация и ограничения</th></tr><tr><td>$K_t = \sigma_{\max} / \sigma$ $\sigma = 6M / h^2$</td></tr></table>	Информация и ограничения	$K_t = \sigma_{\max} / \sigma$ $\sigma = 6M / h^2$
Информация и ограничения			
$K_t = \sigma_{\max} / \sigma$ $\sigma = 6M / h^2$			

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.82 p. 358 § 4.6.4 p. 240).

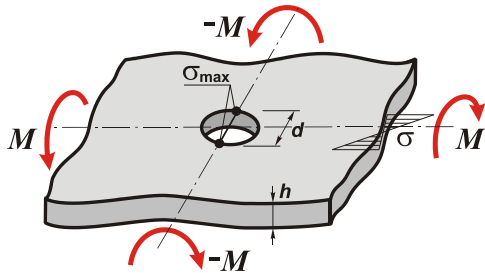
Простой изгиб

	Информация и ограничения
	$0 \leq d/h \leq 7$ $K_t = \sigma_{\max} / \sigma$ $\sigma = 6M/h^2$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.82 p. 358 § 4.6.4 p. 240).

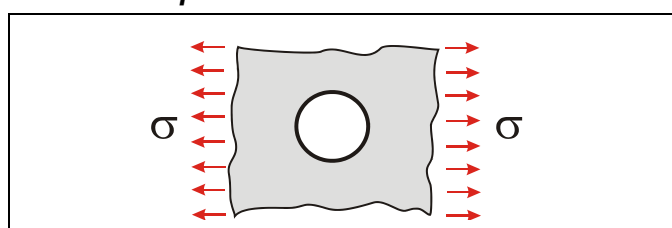
Кручение

	Информация и ограничения
	$0 \leq d/h \leq 7$ $K_t = \sigma_{\max} / \sigma$ $\sigma = 6M/h^2$ $\nu = 0.3$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.97 p. 374 §4.7.6 p. 244).
2. E. Reissner, *The Effect of Transverse Shear Deformation on the Bending of Elastic Plates*, Trans. ASME, Appl. Mech. Section, 1945, 67, p. A69-A77.

Одноосное растяжение

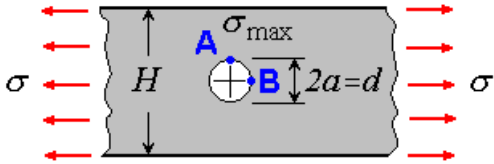


Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (§ 4.3.1 p. 180).

Центральное одиночное круглое отверстие в пластине конечной ширины

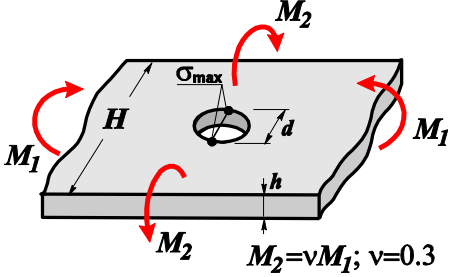
Осевое растяжение

	Информация и ограничения $0 \leq d/H \leq 1$ $\sigma_{\max} = \sigma_A$ $K_{tg} = \sigma_{\max} / \sigma$ $K_{tn} = K_{tg} (1 - d/H)$
---	--

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.1 p. 256 § 4.3.1 p. 180).
2. C.J. Howland, *On the stresses in the neighborhood of a circular hole in a strip under tension*, Phil. Trans. Roy. Soc. (London) A, 1929-30, 229, 67.

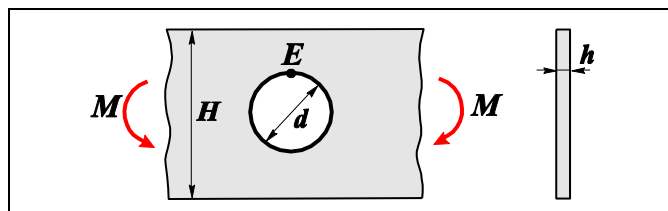
Цилиндрический изгиб

	Информация и ограничения $0 \leq d/H \leq 0.3$ $1 \leq d/h \leq 7$ $K_{tg} = \sigma_{\max} / \sigma$ $\sigma = 6M_1 / h^2$ $K_{tn} = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{nom}}$ $\sigma_{\text{nom}} = 6M_1 H / ((H - d)h^2)$ $\nu = 0.3$
--	--

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.83 p. 359 § 4.6.4 p. 240).

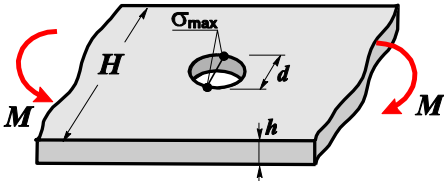
Изгиб в плоскости



Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.79 p. 355 § 4.6.1 p. 239).
2. C.J. Howland, A.C. Stevenson, *Bi-harmonic Analysis in a Perforated Strip*, Phil. Trans. Royal Soc. A, 1933, 232, p. 155.
3. R.B. Heywood, *Designing by Photoelasticity*, Chapman and Hall, London, 1952.

Простой изгиб

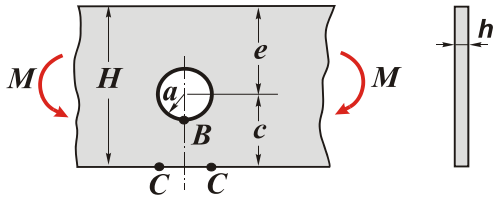
	Информация и ограничения
	$0 \leq d/H \leq 0.3$ $1 \leq d/h \leq 7$ $K_{tg} = \sigma_{\max} / \sigma$ $\sigma = 6M / h^2$ $K_{in} = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{nom}}$ $\sigma_{\text{nom}} = 6M H / ((H - d)h^2)$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.83 p. 359 § 4.6.4 p. 240).

Эксцентричное круглое отверстие в пластине конечной ширины

Изгиб в плоскости

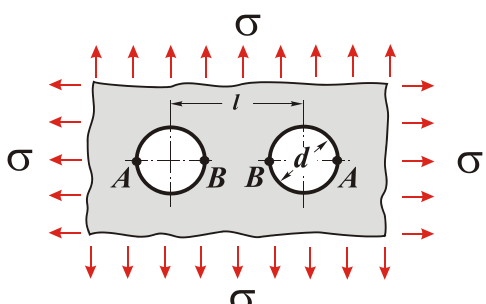
	Информация и ограничения
	$0 \leq a/c \leq 0.5$ $0 \leq c/e \leq 1$ $K_{tg} = \sigma_{\max} / (6M / (H^2 h))$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.80 p. 356 § 4.6.2 p. 240).
2. M. Isida, *On the Bending of an Infinite Strip with an Eccentric Circular Hole*, Proc. 2nd Japan Congr. Appl. Mech., 1952, p. 57.

Два одинаковых круглых отверстия в бесконечной пластине

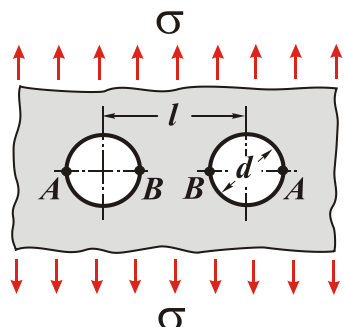
Двухосное растяжение

	<table><tr><th>Информация и ограничения</th></tr><tr><td>$0 \leq d / l \leq 1$$K_{mB} = \frac{\sigma_{\max B}}{\sigma} \frac{1 - d / l}{\sqrt{1 - (d / l)^2}}$</td></tr></table>	Информация и ограничения	$0 \leq d / l \leq 1$ $K_{mB} = \frac{\sigma_{\max B}}{\sigma} \frac{1 - d / l}{\sqrt{1 - (d / l)^2}}$
Информация и ограничения			
$0 \leq d / l \leq 1$ $K_{mB} = \frac{\sigma_{\max B}}{\sigma} \frac{1 - d / l}{\sqrt{1 - (d / l)^2}}$			

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.24 p. 285 § 4.3.10-4.3.11 p. 200).
2. Chi-Bing Ling, *On the Stresses in a Plate Containing Two Circular Holes*, Appl. Physics, 1948, 19, p. 77.
3. W. Haddon, *Stresses in an Infinite Plate with Two Unequal Circular Holes*, Q. J. Mech. Appl. Math., 1967, 20, pp. 277-291.

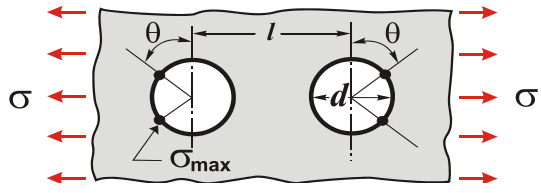
Равномерное растяжение поперек ряда

	<table><tr><th>Информация и ограничения</th></tr><tr><td>$0 \leq d / l \leq 1$$K_{mB} = \frac{\sigma_{\max B}}{\sigma} \frac{1 - d / l}{\sqrt{1 - (d / l)^2}}$</td></tr></table>	Информация и ограничения	$0 \leq d / l \leq 1$ $K_{mB} = \frac{\sigma_{\max B}}{\sigma} \frac{1 - d / l}{\sqrt{1 - (d / l)^2}}$
Информация и ограничения			
$0 \leq d / l \leq 1$ $K_{mB} = \frac{\sigma_{\max B}}{\sigma} \frac{1 - d / l}{\sqrt{1 - (d / l)^2}}$			

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.22 p. 283 § 4.3.10-4.3.11 p. 200).
2. Chi-Bing Ling, *On the Stresses in a Plate Containing Two Circular Holes*, Appl. Physics, 1948, 19, p. 77.
3. W. Haddon, *Stresses in an Infinite Plate with Two Unequal Circular Holes*, Q. J. Mech. Appl. Math., 1967, 20, pp. 277-291.

Равномерное растяжение вдоль ряда

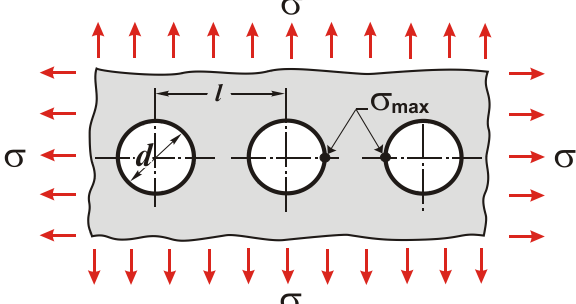
	Информация и ограничения
	$0 \leq d/l \leq 1$ $K_{tg} = \sigma_{\max} / \sigma$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.21 p. 282 § 4.3.10 p. 200).
2. Chi-Bing Ling, *On the Stresses in a Plate Containing Two Circular Holes*, Appl. Physics, 1948, 19, p. 77.
3. A.W. Haddon, *Stresses in an Infinite Plate with Two Unequal Circular Holes*, Q. J. Mech. Appl. Math., 1967, 20, p. 277-291.

Бесконечный ряд круглых отверстий в неограниченной пластине

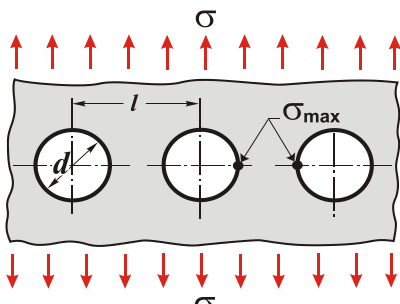
Двухосное растяжение

	<table><tr><th>Информация и ограничения</th></tr><tr><td>$0 \leq d / l \leq 1$</td></tr><tr><td>$K_{\text{tg}} = \sigma_{\text{max}} / \sigma$</td></tr><tr><td>$K_{\text{tn}} = \sigma_{\text{max}} / \sigma_{\text{nom}}$</td></tr><tr><td>$\sigma_{\text{nom}} = \sigma / (1 - d / l)$</td></tr></table>	Информация и ограничения	$0 \leq d / l \leq 1$	$K_{\text{tg}} = \sigma_{\text{max}} / \sigma$	$K_{\text{tn}} = \sigma_{\text{max}} / \sigma_{\text{nom}}$	$\sigma_{\text{nom}} = \sigma / (1 - d / l)$
Информация и ограничения						
$0 \leq d / l \leq 1$						
$K_{\text{tg}} = \sigma_{\text{max}} / \sigma$						
$K_{\text{tn}} = \sigma_{\text{max}} / \sigma_{\text{nom}}$						
$\sigma_{\text{nom}} = \sigma / (1 - d / l)$						

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.34 p. 301 § 4.3.12 p. 207).
2. A. Hütter, *Die Spannungsspitzen in gelochten Blechscheiben und Streifen*, Z. angew. Math. Mech., 1942, 22, p. 322.

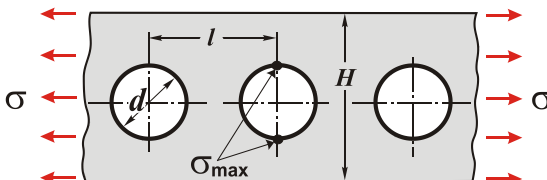
Равномерное растяжение поперек ряда

	Информация и ограничения $0 \leq d / l \leq 1$ $K_{tg} = \sigma_{\max} / \sigma$ $K_{tn} = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{nom}}$ $\sigma_{\text{nom}} = \sigma / (1 - d / l)$
--	---

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.32 p. 299 § 4.3.12 p. 207).
2. J. Schulz, *Over den Spannungstoestand in doorborde Platen (On the State of Stress in Perforated Plates)*, Doctoral Thesis, Techn. Hochschule, 1941, Delft (in Dutch).
3. P. Meijers, *Doubly-Periodic Stress Distributions in Perforated Plates*, Dissertation, Tech. Hochschule Delft, Netherlands, 1967.

Равномерное растяжение вдоль ряда

	<table><tr><th>Информация и ограничения</th></tr><tr><td>$0 \leq d / l \leq 1$</td></tr><tr><td>$K_{\text{tn}} = \sigma_{\text{max}} / \sigma_{\text{nom}}$</td></tr><tr><td>$\sigma_{\text{nom}} = \sigma / (1 - d / H)$</td></tr></table>	Информация и ограничения	$0 \leq d / l \leq 1$	$K_{\text{tn}} = \sigma_{\text{max}} / \sigma_{\text{nom}}$	$\sigma_{\text{nom}} = \sigma / (1 - d / H)$
Информация и ограничения					
$0 \leq d / l \leq 1$					
$K_{\text{tn}} = \sigma_{\text{max}} / \sigma_{\text{nom}}$					
$\sigma_{\text{nom}} = \sigma / (1 - d / H)$					

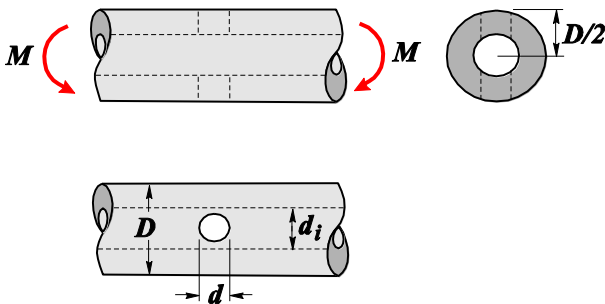
Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.33 p. 300 § 4.3.12 p. 207).

2. J. Schulz, *Over den Spannungstoestand in doorborde Platen (On the State of Stress in Perforated Plates)*, Doctoral Thesis, Techn. Hochschule, 1941, Delft (in Dutch).
3. P. Meijers, *Doubly-Periodic Stress Distributions in Perforated Plates*, Dissertation, Tech. Hochschule Delft, Netherlands, 1967.

Поперечное круглое отверстие в круглом стержне или трубе

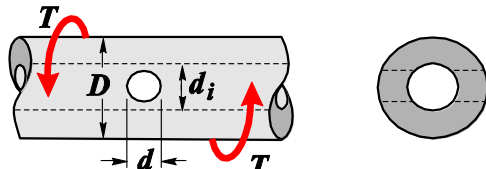
Изгиб

	Информация и ограничения
	$0 \leq d_i / D \leq 0.9$ $0 \leq d / D \leq 0.4$ $K_{tg} = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{nom}}$ $\sigma_{\text{nom}} = 32MD / [\pi(D^4 - d_i^4)]$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.87 p. 363 § 4.6.8 p. 242).
2. A. Thum, W. Kirmser, *Überlagerte Wechselbeanspruchungen, ihre Erzeugung und ihr Einfluss auf die Dauerbarkeit und Spannungsausbildung quergebohrter Wellen*, VDI-Forschungsheft 419, 1943, 14(b), p. 1.
3. H.T. Jessop, C. Snell, I.M. Allison, *The Stress Concentration Factors in Cylindrical Tubes with Transverse Cylindrical Holes*, Aeronaut. Q., 1959, 10, p. 326.
4. ESDU (Engineering Science Data Unit), *Stress Concentrations*, London, 1965.

Кручение

	Информация и ограничения
	$0 \leq d_i / D \leq 0.8$ $0 \leq d / d_i \leq 0.4$ $K_{tg} = \sigma_{\max} / 16TD / [\pi(D^4 - d_i^4)]$

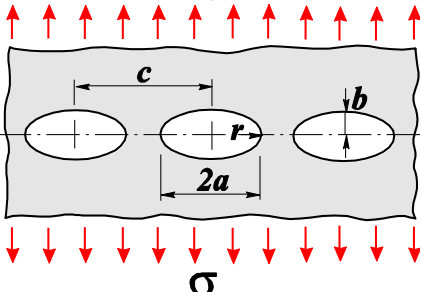
Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.99 p. 376 § 4.7.8 p. 245).
2. A. Thum, W. Kirmser. *Überlagerte Wechselbeanspruchungen, ihre Erzeugung und ihr Einfluss auf die Dauerbarkeit und Spannungsausbildung quergebohrter Wellen*, VDI-Forschungsheft 419, 1943, 14(b), p. 1.
3. H.T. Jessop, C. Snell, I.M. Allison, *The Stress Concentration Factors in Cylindrical Tubes with Transverse Cylindrical Holes*, Aeronaut. Q., 1959, 10, p. 326.
4. ESDU (Engineering Science Data Unit), *Stress Concentrations*, London, 1965.

2.7 Некруглые отверстия

Бесконечный ряд эллиптических отверстий в неограниченной пластине

Равномерное растяжение поперек ряда

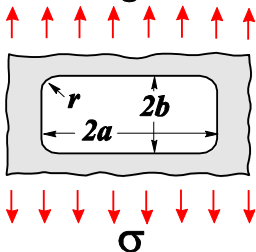
	Информация и ограничения $0 \leq 2a/c \leq 0.7$ $0 \leq a/b \leq 10$ $K_{tn} = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{nom}}$ $\sigma_{\text{nom}} = \sigma / (1 - 2a/c)$
---	--

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.56 p. 325 § 4.4.4 p. 224).
2. H. Nisitani, *Method of Approximate Calculation for Interference of Notch Effect and its Application*, Bull. Japan Soc. Mech. Eng., 1968, 11, p. 725.
3. J. Schulz, *Over den Spannungstoestand in doorborde Platen (On the State of Stress in Perforated Plates)*, Doctoral Thesis, Techn. Hochschule, 1941, Delft (in Dutch).

Прямоугольное отверстие со скругленными краями в неограниченной пластине

Растяжение

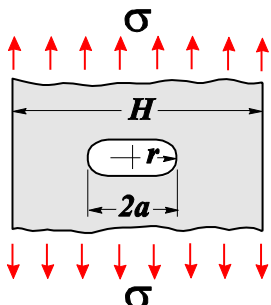
	Информация и ограничения $0.05 \leq r/2b \leq 0.5$ $0.2 \leq b/a \leq 1$ $K_t = \sigma_{\max} / \sigma$
---	--

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.62 p. 333 § 4.5.3 p. 227).
2. J. Sobey, *Stress Concentration Factors for Rounded Rectangular Holes in Infinite Sheets*, ARC R&M 1963, 3407, Her Majesties Stationery Office, London.
3. ESDU (Engineering Science Data Unit), *Stress Concentrations*, London, 1970.

Прорезь с полукруглыми концами в пластине конечной ширины

Растяжение

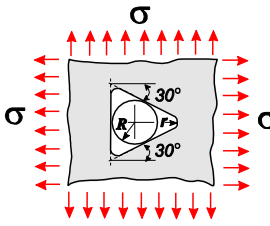
	Информация и ограничения
	$1.0 \leq a/r \leq 4.0$ $0 \leq a/H \leq 0.49$ $K_{tg} = \sigma_{\max} / \sigma$ $K_{tn} = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{nom}}$ $\sigma_{\text{nom}} = \sigma / (1 - 2a/H)$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.51 p. 320).
2. http://www.stacieglass.com/scf/symmetric_notch_with_circular_ends.html

Треугольное отверстие со скругленными краями в неограниченной пластине

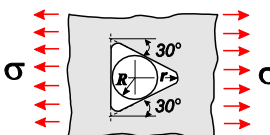
Однородное двухосное растяжение

	Информация и ограничения
	$0.25 \leq r / R \leq 0.75$ $K_t = \sigma_{\max} / \sigma$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.65a p. 340 § 4.5.6 p. 228).
2. W.H. Wittrick, *Stress Concentrations for Uniformly Reinforced Equilateral Triangular Holes with Rounded Corners*, 1963, Aeronaut. Q., 14, p. 254.

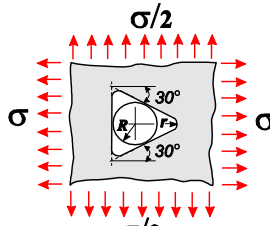
Растяжение

	Информация и ограничения
	$0.25 \leq r / R \leq 0.75$ $K_t = \sigma_{\max} / \sigma$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.65a p. 340 § 4.5.6 p. 228).
2. W.H. Wittrick, *Stress Concentrations for Uniformly Reinforced Equilateral Triangular Holes with Rounded Corners*, 1963, Aeronaut. Q., 14, p. 254.

Неоднородное двухосное растяжение

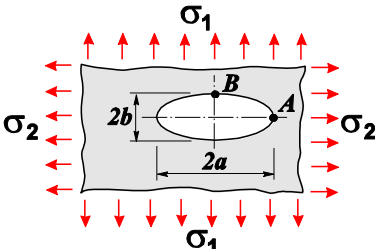
	Информация и ограничения
	$0.25 \leq r / R \leq 0.75$ $K_t = \sigma_{\max} / \sigma$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.65a p. 340 § 4.5.6 p. 228).
2. W.H. Wittrick, *Stress Concentrations for Uniformly Reinforced Equilateral Triangular Holes with Rounded Corners*, 1963, Aeronaut. Q., 14, p. 254.

Одиночное эллиптическое отверстие в неограниченной пластине

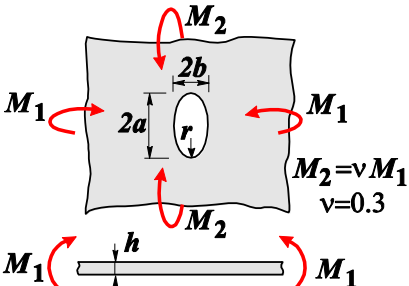
Двухосное растяжение

	Информация и ограничения $0.25 \leq a/b \leq 4$ $-1 \leq \sigma_1 / \sigma_2 \leq 1$ $K_{tA} = \sigma_A / \sigma_1$ $K_{tB} = \sigma_B / \sigma_1$
---	---

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.54 p. 323 § 4.4.3 p. 215).

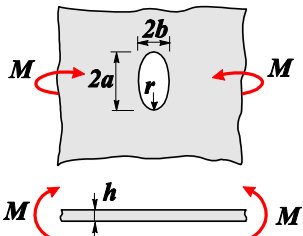
Цилиндрический изгиб

	Информация и ограничения $0.2 \leq a/b \leq 5$ $2a/h > 5$ $K_t = \sigma_{\max} / \sigma$ $\sigma = 6M_1 / h^2$
--	---

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.85 p. 361 § 4.6.6 p. 241).
2. H. Neuber, *Theory of Notch Stresses: principles for exact calculation of strength with reference to structural form and material*, 2nd ed., Berlin, Springer-Verlag, 1958.
3. H. Nisitani, *Method of Approximate Calculation for Interference of Notch Effect and its Application*, Bull. Japan Soc. Mech. Eng., 1968, 11, p. 725.

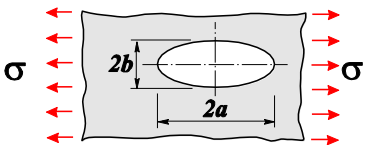
Простой изгиб

	Информация и ограничения $0.2 \leq a/b \leq 5$ $2a/h > 5$ $K_t = \sigma_{\max} / \sigma$ $\sigma = 6M / h^2$
---	---

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.85 p. 361 § 4.6.6 p. 241).
2. H. Neuber, *Theory of Notch Stresses: principles for exact calculation of strength with reference to structural form and material*, 2nd ed., Berlin, Springer-Verlag, 1958.
3. H. Nisitani, *Method of Approximate Calculation for Interference of Notch Effect and its Application*, Bull. Japan Soc. Mech. Eng., 1968, 11, p. 725.

Растяжение вдоль длинной оси эллипса

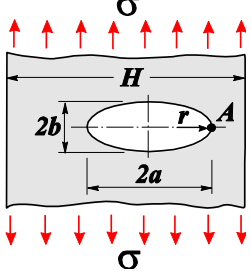
	Информация и ограничения
	$0 \leq a/b \leq 10$ $K_t = \sigma_{\max} / \sigma$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.50 p. 319 § 4.4.1 p. 213).
2. Колосов Г.В., *Об одном приложении теории функций комплексного переменного к плоской задаче математической теории упругости. Докторская диссертация*, Санкт-Петербург, 1909, 187 с.
3. C.E. Inglis, *Stresses in a Plate Due to the Presence of Cracks and Sharp Corners*, Trans. Inst. Nav. Arch., 1913, Eng., 95, 415.

Одиночное эллиптическое отверстие в пластине конечной ширины

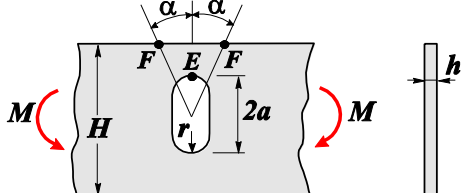
Растяжение

	Информация и ограничения $1 \leq a/b \leq 8$ $0 \leq 2a/H \leq 1$ $\sigma_{\max} = \sigma_A$ $K_{\text{tn}} = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{nom}}$ $\sigma_{\text{nom}} = \sigma / (1 - 2a/H)$
---	---

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.51 p. 320 § 4.4.1 p. 213).
2. M. Isida, *Form Factors of a Strip with an Elliptic Hole in Tension and Bending*, Scientific Papers of Faculty of Engrg., Tokushima University, 1953, 4, p. 70.
3. M. Isida, *On the Tension of a Strip with a Central Elliptic Hole*, Trans. Japan Soc. Mech. Eng., 1955, 21, p. 507-523.

Изгиб в плоскости

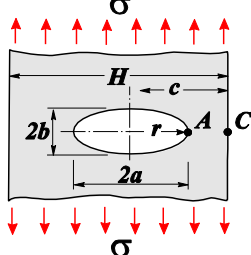
	Информация и ограничения $1 \leq a/b \leq 2$ $0.4 \leq 2a/H \leq 1$ $K_{\text{tn}} = \sigma_{\max} h(H^3 - 8a^3) / 12Ma$
---	---

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (Chart 4.81 p. 357 § 4.6.3 p. 240).
2. M. Isida, *Form factors of a strip with an elliptic hole in tension and bending*, Scientific papers Of Engrg., Tokushima University, 1953, 4, 70.

Эксцентричное эллиптическое отверстие в пластине конечной ширины

Растяжение

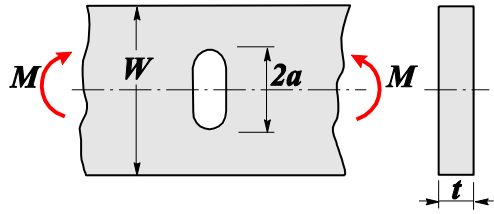
	Информация и ограничения
	$1 \leq a/b \leq 8$ $0 \leq a/c \leq 1$ $\sigma_{\max} = \sigma_A$ $K_{tn} = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{nom}}$ $\sigma_{\text{nom}} = \sigma / (1 - 2a/H)$

Литература

1. W.D. Pilkey, *Peterson's Stress Concentration Factors*, 2nd edition, John Wileys and Sons Inc, 2000, 508 pp. (chart 4.51, p.320 § 4.4.1, p.215).
2. M. Isida, *Form factors of a strip with an elliptic hole in tension and bending*, Scientific papers Of Engrg., Tokushima University, 1953, 4, 70.
3. M. Isida, *On a tension of a strip with a central elliptichole*, Trans. Japan Soc. Mech, Eng., 1955, 21, 514.

2.8 Коэффициенты интенсивности напряжений

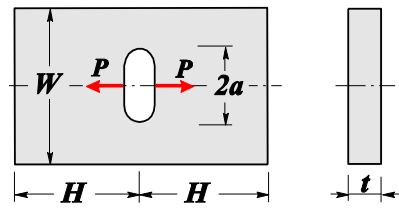
Полоса с центральной поперечной трещиной при изгибе

	<table><tr><th>Ограничения</th></tr><tr><td>$a \leq W/2.$</td></tr></table>	Ограничения	$a \leq W/2.$
Ограничения			
$a \leq W/2.$			

Литература

1. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений, т. 1, п. 2.1. Под ред. Ю. Мураками. —М.: Мир.— 1990 г.

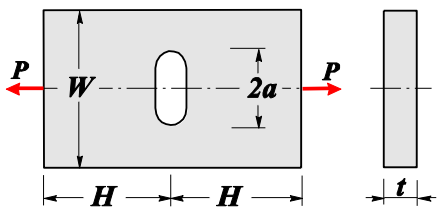
Прямоугольная пластина с центральной трещиной при действии на ее берегах сосредоточенных нормальных растягивающих сил

	<table><tr><th>Ограничения</th></tr><tr><td>$2a/W \leq 0.9;$ $0.5 \leq 2H/W \leq 2.$</td></tr></table>	Ограничения	$2a/W \leq 0.9;$ $0.5 \leq 2H/W \leq 2.$
Ограничения			
$2a/W \leq 0.9;$ $0.5 \leq 2H/W \leq 2.$			

Литература

1. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений, т. 1, п. 2.2. Под ред. Ю. Мураками. —М.: Мир.— 1990 г.

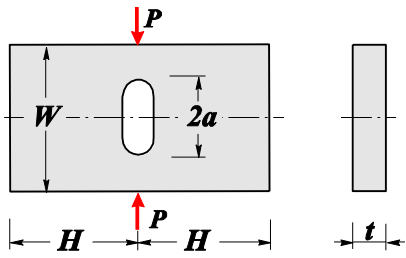
Прямоугольная пластина с центральной трещиной при действии на внешнем контуре сосредоточенных нормальных растягивающих сил

	Ограничения
	$\frac{2a}{W} \leq 0.7;$ $0.5 \leq 2H/W \leq 2.$

Литература

1. *Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений*, т. 1, п. 2.3. Под ред Ю. Мураками. –М.: Мир.— 1990 г.

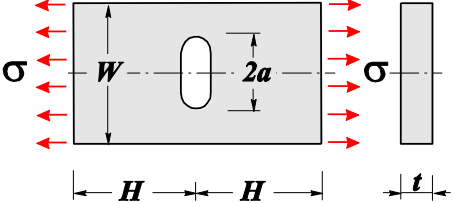
Прямоугольная пластина с центральной трещиной при действии на внешнем контуре сосредоточенных продольных сжимающих сил

	Ограничения
	$\frac{2a}{W} \leq 0,7;$ $0,5 \leq 2H/W \leq 2.$

Литература

1. *Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений*, т. 1, п. 2.4. Под ред Ю. Мураками. –М.: Мир.— 1990 г.

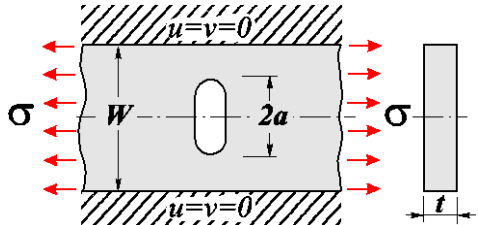
Прямоугольная пластина с центральной трещиной при равномерном растяжении или смещении краёв

	Ограничения
	$2a/W \leq 0,7;$ $0,4 \leq 2H/W \leq 1,8.$

Литература

1. *Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений*, т. 1, п. 2.5. Под ред Ю. Мураками. –М.: Мир.— 1990 г.

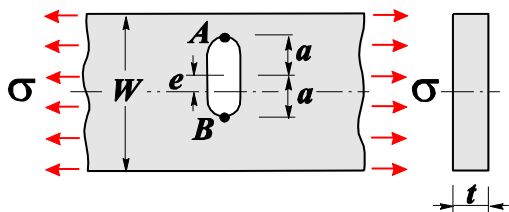
Полоса с центральной поперечной трещиной и защемлёнными краями при растяжении

	Ограничения
	$2a/W \leq 1.$

Литература

1. *Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений*, т. 1, п. 2.7. Под ред Ю. Мураками. –М.: Мир.— 1990 г.

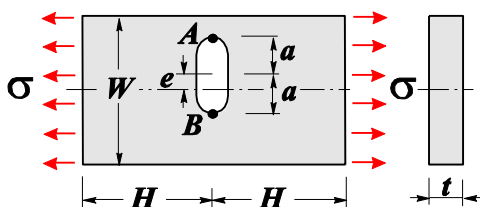
Полоса с эксцентрично расположенной поперечной трещиной при растяжении

	<table><tr><th>Ограничения</th></tr><tr><td>$0,1 \leq 2a/W \leq 0,9;$ $2e \leq W.$</td></tr></table>	Ограничения	$0,1 \leq 2a/W \leq 0,9;$ $2e \leq W.$
Ограничения			
$0,1 \leq 2a/W \leq 0,9;$ $2e \leq W.$			

Литература

1. *Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений*, т. 1, п. 2.8. Под ред Ю. Мураками. –М.: Мир.— 1990 г.

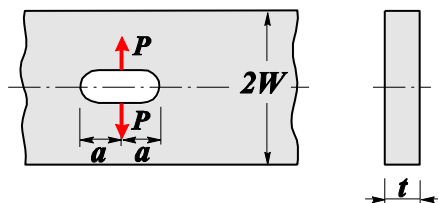
Прямоугольная пластина с эксцентрично расположенной трещиной при равномерном растяжении по нормали к линии трещины

	<table><tr><th>Ограничения</th></tr><tr><td>$0,1 \leq 2a/(W-2e) \leq 0,6;$$2e/W \leq 0,6.$</td></tr></table>	Ограничения	$0,1 \leq 2a/(W-2e) \leq 0,6;$ $2e/W \leq 0,6.$
Ограничения			
$0,1 \leq 2a/(W-2e) \leq 0,6;$ $2e/W \leq 0,6.$			

Литература

1. *Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений*, т. 1, п. 2.9. Под ред Ю. Мураками. –М.: Мир.— 1990 г.

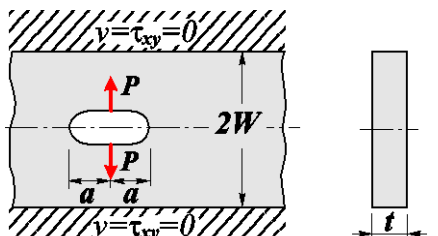
Полоса с центральной продольной трещиной, нагруженной сосредоточенными нормальными растягивающими силами в центре

	Ограничения
	$0,5 \leq W/a \leq 6.$

Литература

1. *Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений*, т. 1, п. 2.10. Под ред Ю. Мураками. –М.: Мир.— 1990 г.

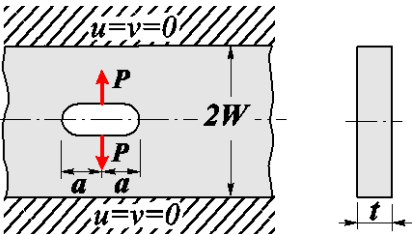
Полоса с шарнирно закреплёнными краями и центральной продольной трещиной, нагруженной сосредоточенными нормальными растягивающими силами в центре

	Ограничения
	$1 \leq W/a \leq 6.$

Литература

1. *Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений*, т. 1, п. 2.11. Под ред Ю. Мураками. –М.: Мир.— 1990 г.

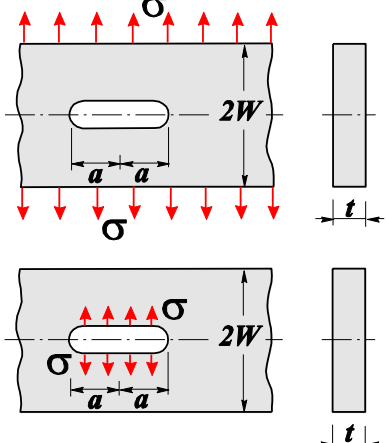
Полоса с заземлёнными краями и центральной продольной трещиной, нагруженной сосредоточенными нормальными растягивающими силами в центре

	Ограничения
	$1 \leq W/a \leq 6.$

Литература

1. *Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений*, т. 1, п. 2.12. Под ред Ю. Мураками. –М.: Мир.— 1990 г.

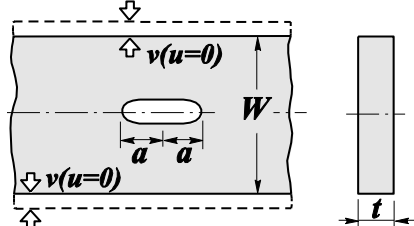
Полоса с центральной продольной трещиной при действии равномерного растяжения на внешнем контуре или равномерного внутреннего давления

	Ограничения
	$a/W \leq 1.$

Литература

1. *Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений*, т. 1, п. 2.13. Под ред Ю. Мураками. –М.: Мир.— 1990 г.

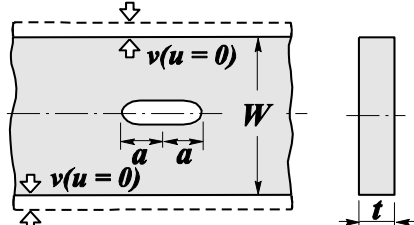
Полоса с центральной продольной трещиной при равномерном смещении заземлённых краёв по нормали к линии трещины

	<table><tr><th>Ограничения</th></tr><tr><td> </td></tr></table>	Ограничения	
Ограничения			

Литература

1. *Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений*, т. 1, п. 2.14. Под ред Ю. Мураками. –М.: Мир.— 1990 г.

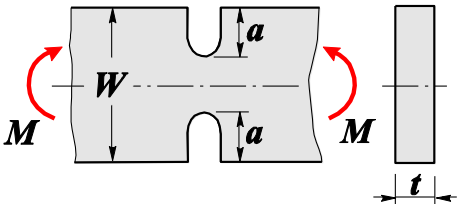
Полоса с центральной продольной трещиной при равномерном смещении краёв по нормали к линии трещины без сдвиговых напряжений

	<table><tr><th data-bbox="995 860 1163 880">Ограничения</th></tr><tr><td data-bbox="788 887 1359 1097"></td></tr></table>	Ограничения	
Ограничения			

Литература

1. *Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений*, т. 1, п. 2.15. Под ред Ю. Мураками. –М.: Мир.— 1990 г.

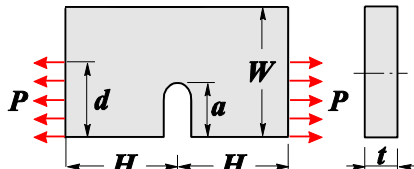
Полоса с двумя симметричными краевыми трещинами при чистом изгибе

	Ограничения
	$2a/W \leq 1.$

Литература

1. *Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений*, т. 1, п. 2.16. Под ред Ю. Мураками. –М.: Мир.— 1990 г.

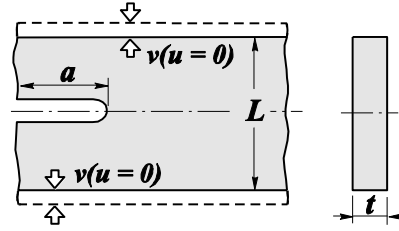
Прямоугольная пластина с краевой трещиной на линии симметрии при равномерном растяжении по нормали к линии трещины

	Ограничения
	$0,1 \leq a/W \leq 0,8;$ $d/W \leq 1.$

Литература

1. *Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений*, т. 1, п. 2.17. Под ред Ю. Мураками. –М.: Мир.— 1990 г.

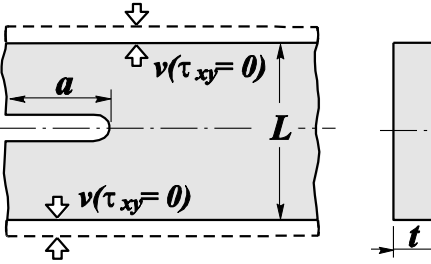
Полоса с полубесконечной центральной трещиной при постоянном смещении закреплённых граней по нормали к линии трещины

	<table><tr><th data-bbox="997 324 1173 333">Ограничения</th></tr><tr><td data-bbox="785 333 1359 571"></td></tr></table>	Ограничения	
Ограничения			

Литература

1. *Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений*, т. 1, п. 2.18. Под ред Ю. Мураками. –М.: Мир.— 1990 г.

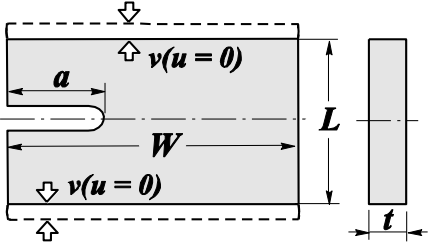
Полоса с полубесконечной центральной трещиной при постоянном смещении граней по нормали к линии трещины без сдвиговых напряжений

	<table><tr><th>Ограничения</th></tr><tr><td></td></tr></table>	Ограничения	
Ограничения			

Литература

1. *Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений*, т. 1, п. 2.19. Под ред Ю. Мураками. –М.: Мир.— 1990 г.

Прямоугольная пластина с краевой трещиной на линии симметрии при смещении защемлённых боковых граней по нормали к линии трещины

	Ограничения
	$0,1 \leq a/W \leq 1;$ $0,5 \leq L/W \leq 3.$

Литература

1. *Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений*, т. 1, п. 2.20. Под ред Ю. Мураками. – М.: Мир.— 1990 г.

3. Приложение

3.1 Редактор материалов

Предварительные сведения

Многие программы, входящие в пакет программ **SCAD Office**, используют в качестве исходных данных физико-механические свойства материалов. Хотя все эти программы позволяют непосредственно задать те или иные свойства материала (например, удельный вес, модуль упругости, ...), для удобства пользователя предусмотрена возможность воспользоваться базой данных и, выбрав нужный материал из списка, загрузить из базы данных его физические свойства.

Поставляемая в составе **SCAD Office** база данных материалов невелика. Описываемая в данном руководстве программа **Редактор Материалов** предназначена для того, чтобы пользователь мог производить модификацию базы данных (удалять, изменять, добавлять материалы).

Управление программой

Редактор материалов (64-бит)

Материалы

Название	Удельный вес	Модуль упругости	Кэффициент Пуассона	Кэффициент температурно го расширения	Кэффициент внутреннего трения	Кэффициент надежности по собственному весу	Тип
	T/м³	T/м²					
Бетон тяжелый	2,500	2 750 000,000	0,200	1,е-005	0,100	1,100	Изотропный
Бетон тяжелый	2,500	3 060 000,000	0,200	1,е-005	0,100	1,100	Изотропный
Бетон тяжелый	2,500	3 310 000,000	0,200	1,е-005	0,100	1,100	Изотропный
Бетон тяжелый	2,500	3 520 000,000	0,200	1,е-005	0,100	1,100	Изотропный
Бетон тяжелый	2,500	3 670 000,000	0,200	1,е-005	0,100	1,100	Изотропный
Бетон тяжелый	2,500	3 820 000,000	0,200	1,е-005	0,100	1,100	Изотропный
Бетон тяжелый	2,500	3 980 000,000	0,200	1,е-005	0,100	1,100	Изотропный
Бетон тяжелый	2,500	4 030 000,000	0,200	1,е-005	0,100	1,100	Изотропный
Бетон тяжелый	2,500	4 080 000,000	0,200	1,е-005	0,100	1,100	Изотропный
Сталь качествен	7,850 21 000 000,000	0,300	1,2е-005	0,025	1,050	Изотропный	
Сталь легиров	7 850 21 000 000,000	0,300	1,2е-005	0,025	1,050	Изотропный	

Изменить

Добавить

Удалить

Выход

Настройки

Сохранить

Отчет

Справка

Рис. 3.1-1. Окно программы Редактор Материалов

Окно программы **Редактор Материалов** имеет следующий набор элементов управления:

- таблица со списком материалов и их основными характеристиками;
- функциональные кнопки для различных операций управления (модификация данных, формирование отчета, вызов справки, ...).

Функциональные кнопки

С помощью функциональных кнопок выполняются следующие операции управления программой:

Отчет — формирование отчета с результатами расчета;

Настройки — активирует режим настройки параметров (см. ниже);

Справка — справочная информация по программе;

Выход — конец работы с программой.

Элементы управления

Реализованные в программе принципы и элементы управления обеспечивают единообразие функций диалога. Программа использует известную технику работы с диалоговыми окнами. В качестве элементов управления и способов доступа к информации применяются:

- ◆ функциональные кнопки, «нажатие» которых (оно реализуется установкой курсора на кнопку и щелчком левой кнопки мыши) приводит к активизации определенных функций или режимов;
- ◆ маркеры различного вида, которые позволяют осуществить выбор из набора предлагаемых вариантов;
- ◆ поля ввода информации, с помощью которых задаются исходные данные для расчета. Исходными данными всегда являются числа. Если вводится нецелое число, то целая часть отделяется от дробной части точкой или другим разделителем. Разделители назначаются пользователем при настройке операционной системы (см. **Settings (Установки) | Regional Settings (Языки и стандарты) | Number (Числа)**). Кроме того, предусмотрена возможность ввода чисел в экспоненциальной форме, например: $1.56e-7$;
- ◆ выпадающие и развернутые списки для выбора данных;
- ◆ таблицы — для ввода и отображения табличных данных.

Настройки

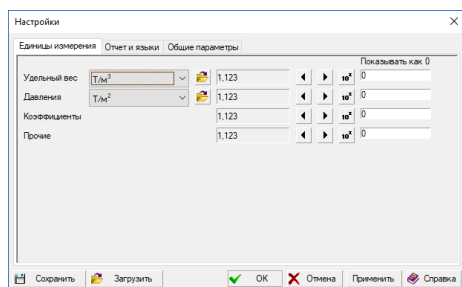


Рис. 3.1-2. Страница Единицы измерения

Это окно может быть вызвано в любой момент работы программы **Редактор Материалов**. С его помощью выполняется настройка общих параметров работы. Окно содержит закладки: **Единицы измерения** и **Отчет и языки** и **Общие параметры**.

Каждой из закладок соответствует страница, которая обеспечивает выбор определенного вида параметров настройки.

Страница **Единицы измерения** (рис. 3.1-2) определяет используемые единицы измерения величин. Она имеет две группы данных. В первой задаются единицы измерения, применяемые для определения размеров конструкции, сил, моментов и т.д.

Для составных единиц (таких, как давление) предусмотрена возможность (кнопка ) раздельного выбора единиц измерения составляющих (например, единиц измерения сил и единиц измерения линейных величин для давления). Вторая группа позволяет регулировать форму представления и точность задания данных. Специальные элементы управления используются для назначения форматов представления данных. Здесь задается количество значащих цифр при представлении данных в форме с десятичной точкой или в экспоненциальном представлении.

Точность представления данных (количество значащих цифр после запятой) назначается с помощью кнопок  (уменьшить) и  (увеличить), а установка экспоненциальной формы числа — кнопкой . Кроме того, в соответствующих окнах ввода можно определить, какое значение той или иной единицы следует интерпретировать как очень малое и при визуализации соответствующих данных показывать как 0, если значение по абсолютной величине меньше заданного.

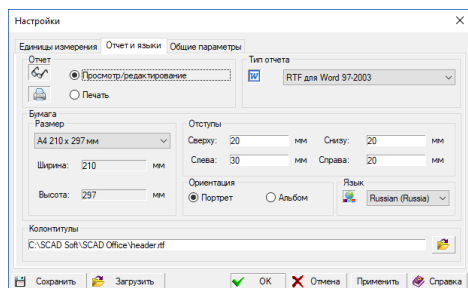


Рис. 3.1-3. Страница Отчет и языки

Страница **Отчет и языки** (рис. 3.1-3) дает возможность выбрать язык, на котором будут представлены все тексты в управляющих окнах, и оформлен отчет.

Для работы с отчетным документом может быть выбран режим **Просмотр/Редактирование** или режим **Печать**.

В режиме **Просмотр/Редактирование** нажатие на кнопку **Отчет** в любом рабочем окне позволяет просмотреть текст отчета на экране и отредактировать его. Для этого вызывается приложение, ассоциированное с форматом **RTF** (Rich Text Format) файла (например, **WORDPAD** или **WORD**).

Естественно, что за исправления, внесенные в текст отчета (а могут быть исправлены и результаты расчета), ответственность несет пользователь. Существуют различия в формате **RTF** файлов, которые используются программами **MS Word v.7**, **WordPad**, **MS Word 97 (2000)** и **Open Office**. В связи с этим в настройках предусмотрена возможность выбора формата в режиме **Тип отчета** (помимо формата **RTF** в программе предусмотрена возможность создания отчета в форматах **DOC**, **PDF**, **HTML**).

Нажатие кнопки **Печать** в группе **Отчет** вызывает печать отчета в той форме, в которой он сформирован программой.

В строке **Колонтитулы** рассматриваемой страницы можно указать имя **RTF**-файла, из которого берутся колонтитулы для оформления страниц отчетного документа, или нажатием кнопки выбрать в списке существующий файл.

Замечание. Если вы хотите модифицировать поставляемый с программой **RTF**-файл колонтитулов, то при использовании для этого программы **MS Word** следует помнить, что

недостаточно просто ввести новый текст, нужно еще использовать меню **Tools|Language|Set Language** (**Сервис|Язык|Выбрать язык**) и установить для вновь введенного текста язык, например, «Русский».

Опция **Размер бумаги** позволяет установить формат бумаги, на которой печатается отчет (размер выбирается из выпадающего списка). Помимо этого, можно установить отступы и ориентацию листа при формировании отчетного документа.

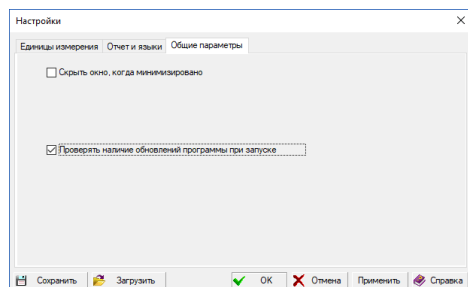


Рис. 3.1-4. Страница
Общие параметры

На странице **Общие параметры** (рис. 3.1-4) можно выставить маркер **Скрыть окно, когда минимизировано**, и тогда при минимизации окна программы оно исчезнет из панели задач, а в “tray”-область попадет икона. Из “tray”-области окно восстанавливается левой кнопкой мыши, правой – открывается контекстное меню.

Кроме того, на этой странице можно выставить маркер **Проверять наличие обновлений программы при запуске**. Если маркер установлен, то при каждом запуске программа будет проверять наличие новой версии на сайте компании и при обнаружении нового релиза выдавать соответствующее сообщение.

Добавление и модификация списка материалов

Материал

Название:

Тип материала:

Удельный вес: Т/м³ Модуль упругости: Т/м²

Коэффициенты Пуассона: внутреннего трения:

температурного расширения: 1/°C надежности по собственному весу:

Свойства материала

Модули упругости	Температурное расширение	Коэффициенты Пуассона
E_1 7100000 Т/м ²	α_1 2,3e-005 1/°C	ν_{12} 0,3
E_2 7100000 Т/м ²	α_2 2,3e-005 1/°C	ν_{21} 0,3
E_3 7100000 Т/м ²	α_3 2,3e-005 1/°C	ν_{13} 0,3
		ν_{31} 0,3
		ν_{23} 0,3
		ν_{32} 0,3

Модули сдвига

G_{12} 2730769,231 Т/м ²
G_{13} 2730769,231 Т/м ²
G_{23} 2730769,231 Т/м ²

OK Отмена

Рис. 3.1-5. Диалоговое окно **Материал**

Для того чтобы добавить в базу данных новый материал, нужно нажать кнопку **Добавить** в главном окне программы. При этом появится окно (см. рис. 3.1-5), в котором следует задать тип материала, его имя и механические свойства. В текущей версии поддерживаются следующие типы материалов:

- ◆ изотропный;
- ◆ ортотропный;
- ◆ трансверсально-изотропный.

Для изотропного материала следует задать следующие свойства

- ◆ удельный вес;
- ◆ модуль упругости;
- ◆ коэффициент Пуассона;
- ◆ линейный коэффициент температурного расширения;
- ◆ коэффициент внутреннего трения;
- ◆ коэффициент надежности по собственному весу (используется для назначения нормативной/расчетной нагрузки от собственного веса).

Для ортотропных и трансверсально-изотропных материалов задается несколько значений модуля упругости, коэффициентов Пуассона и т.п., соответствующих различным направлениям. При этом должны быть, естественно, выполнены соотношения $E_i \nu_{ij} = E_j \nu_{ji}$.

Задание имени материала описано ниже.

При отображении информации о материалах в главном окне и в отчете (см. ниже) для неизотропных материалов в качестве модуля упругости отображается E_1 , в качестве коэффициента Пуассона — $\nu_{12}, \dots$.

Для модификации данных о материале, который уже есть в базе данных, следует установить курсор в таблице материалов на соответствующую строку и нажать кнопку **Изменить** или сделать двойной щелчок мыши. При этом появится окно, изображенное на рисунке 3.1-5, в котором нужно внести необходимые изменения.

После завершения модификации следует нажать кнопку **Сохранить**, чтобы введенная информация была сохранена в файле.

Задание имени материала

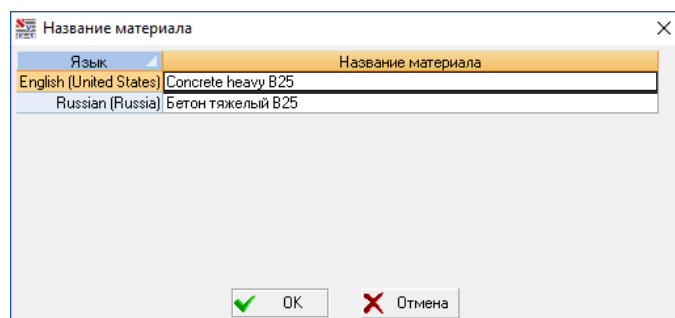


Рис. 3.1-6. Диалоговое окно **Название материала**

База данных о материалах дает возможность задать имена на нескольких языках (в текущей версии — *Русский* и *Английский*). Для задания имени материала нужно нажать кнопку , после чего в таблице диалогового окна (рис. 3.1-6) задать имена материалов, соответствующие различным языкам.

Удаление материала из списка

Кнопка **Удалить** производит удаление записи о материале, который соответствует строке из базы данных, которая в данный момент отмечена в таблице.

После удаления следует нажать кнопку **Сохранить**, чтобы введенная информация была сохранена в файле.

Создание отчета

Кнопка отчет позволяет получить файл в формате RTF (который автоматически будет загружен в MS Word или другую программу, ассоциированную с этим форматом), в котором приведены все материалы из базы данных и их основные характеристики.

Сохранение базы материалов при обновлении версии

База данных материалов находится в файле с именем SCADMaterials.fdb (или SCADMaterials.mdb, в зависимости от версии программы), который расположен в директории "*ProgramData\All Users\SCAD Soft\DATA*". Для того чтобы избежать потерь информации в модифицированной базе при переинсталляции **SCAD Office** (например, при переносе программ на другой компьютер или при обновлении версии системы), рекомендуется перед переинсталляцией **SCAD Office** сохранить этот файл, и после установки новой версии скопировать его заново в ту же директорию.