

Программное обеспечение для расчета строительных конструкций  
**"СТРОЙРАСЧЕТЫ 1.23"**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>1. Назначение комплекса .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Руководство пользователя .....</b>	<b>6</b>
2.1. Выбор расчета .....	6
2.2. Ввод и вывод данных .....	6
2.3. Подготовка отчета .....	10
2.4. Редактирование базы данных .....	10
<b>3 Методики расчетов .....</b>	<b>19</b>
3.1. Статические расчеты .....	19
3.2.1 Расчет коэффициента перехода к снеговой нагрузке на покрытие	19
3.2.2 Расчет снеговой нагрузки .....	21
3.2.3 Расчет коэффициентов ветровой нагрузки .....	22
3.2.4 Расчет ветровой нагрузки .....	23
3.2.5 Расчет прочей нагрузки .....	24
3.2.6 Расчет нагрузки от собственного веса балки .....	25
3.2.7 Расчет изгибающего момента, поперечной силы и прогиба .....	25
3.2.8 Расчет арки .....	35
3.2. Расчеты стальных конструкций .....	37
3.2.1 Расчет гибкости стальных элементов со сплошным сечением .....	37
3.2.2 Расчет стальных элементов по предельной гибкости .....	38
3.2.3 Расчет центрально-сжатых и центрально-растянутых стальных элементов на прочность .....	39
3.2.4 Расчет центрально-сжатых стальных элементов на устойчивость	39
3.2.5 Расчет центрально-сжатых сквозных стальных элементов по предельной гибкости .....	40
3.2.6 Расчет центрально-сжатых стальных элементов со сплошным сечением .....	45
3.2.7 Расчет центрально-сжатых сквозных элементов .....	46
3.2.8 Расчет изгибаемых стальных элементов на прочность .....	47
3.2.9 Расчет изгибаемых и внецентренно сжатых в плоскости X стальных элементов на касательные напряжения .....	47
3.2.10 Расчет изгибаемых и внецентренно сжатых стальных элементов по предельному прогибу .....	48
3.2.11 Расчет изгибаемых в плоскости X стальных балок двутаврового сечения на устойчивость .....	48
3.2.12 Расчет изгибаемых в плоскости X балок двутаврового сечения на местное напряжение .....	49
3.2.13 Расчет изгибаемых стальных элементов .....	50
3.2.14 Расчет внецентренно сжатых стальных балок двутаврового сечения и швеллеров на прочность .....	51

3.2.15	Расчет приведенного эксцентриситета внецентренно сжатых стальных балок.....	51
3.2.16	Расчет внецентренно сжатых стальных балок на устойчивость ....	52
3.2.17	Расчет внецентренно сжатых стальных элементов .....	53
3.2.18	Расчет болтовых соединений.....	54
3.3.	<i>Расчеты бетонных и железобетонных конструкций.....</i>	<i>56</i>
3.2.14	Расчет коэффициента условий работы бетона .....	56
3.2.15	Вычисление расчетного изгибающего момента и продольной силы для изгибаемых и внецентренно сжатых бетонных и железобетонных элементов .....	56
3.2.16	Расчет изгибаемых бетонных элементов.....	57
3.2.17	Расчет внецентренно сжатых бетонных элементов на критическую силу .....	58
3.2.18	Расчет внецентренно сжатых бетонных элементов .....	59
3.2.19	Расчет изгибаемых железобетонных элементов прямоугольного сечения без предварительного напряжения арматуры.....	60
3.2.20	Расчет изгибаемых железобетонных элементов таврового сечения без предварительного напряжения арматуры .....	62
3.2.21	Расчет внецентренно сжатых железобетонных элементов с симметричной арматурой на критическую силу.....	65
3.2.22	Расчет внецентренно сжатых железобетонных элементов прямоугольного сечения с симметричной арматурой без предварительного напряжения арматуры.....	66
3.2.23	Расчет внецентренно сжатых железобетонных элементов двутаврового сечения с симметричной арматурой без предварительного напряжения арматуры.....	68
3.4.	<i>Расчеты свайных фундаментов .....</i>	<i>72</i>
3.4.1	Расчет свай-стоек.....	72
3.4.2	Расчет висячих забивных свай.....	72
3.5.	<i>Расчеты деревянных конструкций .....</i>	<i>74</i>
3.5.1	Расчет деревянных элементов со сплошным сечением по предельной гибкости.....	74
3.5.2	Расчет центрально-сжатых и центрально-растянутых деревянных элементов на прочность .....	75
3.5.3	Расчет центрально-сжатых элементов на устойчивость.....	76
3.5.4	Расчет центрально-сжатых и центрально-растянутых деревянных элементов .....	77
3.5.5	Расчет изгибаемых деревянных элементов на прочность.....	77
3.5.6	Расчет изгибаемых деревянных элементов по прогибу.....	78
3.5.7	Расчет изгибаемых деревянных элементов на устойчивость. ....	78
3.5.8	Расчет изгибаемых деревянных элементов на скалывание.....	79

3.5.9 Расчет изгибаемых деревянных элементов.....	79
3.6. <i>Расчеты каменных и армокаменных конструкций</i> .....	81
3.6.1 Расчет центрально-сжатых каменных конструкций.....	81
3.6.2 Расчет внецентренно сжатых каменных конструкций .....	82
3.6.3 Расчет центрально-сжатых армокаменных конструкций.....	84
3.6.4 Расчет внецентренно сжатых армокаменных конструкций.....	86
3.6.5 Расчет каменных конструкций на смятие (местное сжатие).....	88
3.6.6 Расчет допустимого отношения высот стен и столбов к их толщинам.....	89
3.7. <i>Расчеты по строительной теплотехнике</i> .....	91
3.7.1 Расчет сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций	91

## 1. Назначение комплекса

Комплекс программного обеспечения «СтройРасчеты» предназначен для решения широкого спектра расчетных задач, возникающих в работе инженера-проектировщика. Основными задачами, решаемыми комплексом, являются:

- Расчет на прочность и устойчивость изгибаемых, центрально и внецентренно сжатых стальных и деревянных балок
- Расчет на прочность и устойчивость изгибаемых, центрально и внецентренно сжатых железобетонных и бетонных балок по предельным состояниям первой группы
- Подбор оптимального сортамента для стальных конструкций
- Подбор оптимальной арматуры для железобетонных конструкций
- Расчет снеговой и ветровой нагрузок для различных видов покрытий
- Построение эпюр изгибающего момента, поперечной силы и прогиба статически определимых и статически неопределимых балок для произвольных схем нагрузки
- Построение эпюр изгибающего момента, поперечной силы и прогиба двух и трехшарнирной арки (круговой и параболической) для произвольных схем нагрузки, подбор оптимального сортамента для поясов и раскоса арки, расчет поясов и раскоса арки на прочность и устойчивость, проверка общей устойчивости арки
- Расчет каменных и армокаменных конструкций по предельным состояниям первой группы
- Расчет свай-стоек и висячих забивных свай
- Расчет сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Все расчеты, выполняемые комплексом «СтройРасчеты», производятся по методикам, полностью соответствующим действующим строительным нормам и правилам. Расчеты производятся в системе единиц СГС. Данный комплекс отличают высокий уровень функциональных возможностей:


- Интуитивно-понятный интерфейс, не требующий специального обучения инженеров
- Обширная база данных сортов
- Возможность редактирования и пополнения базы данных сортов, а также многих других данных, используемых в расчетах, что делает легкой

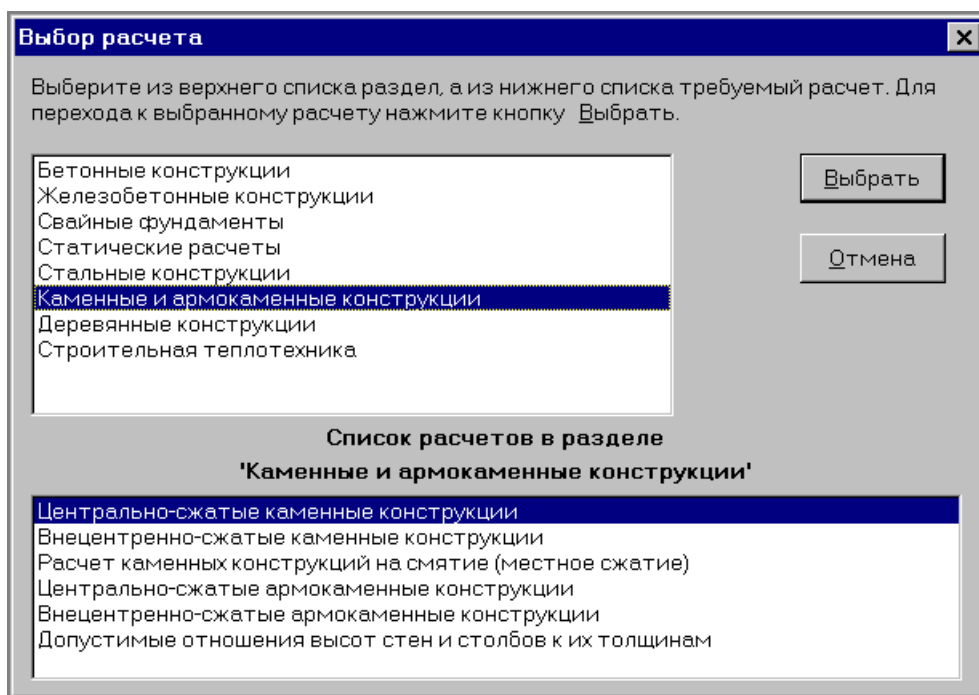
настройку комплекса в случае изменения нормативов или появления новых материалов

- Формирование отчетов в виде документов Microsoft Word, что обеспечивает легкость комбинирования данных полученных отчетов, изменения их формы и т.п.

## 2. Руководство пользователя

### 2.1. Выбор расчета

Для того чтобы выбрать расчет, выберите команду **Выбрать** в меню **Расчет** или нажмите кнопку  на панели инструментов. После этого появится окно "Выбор расчета".



Для перехода к требуемому расчету выберите в верхнем списке раздел, а в нижнем необходимый расчет и нажмите кнопку "Выбрать". Будьте внимательны, так как все несохраненные данные, относящиеся к текущему расчету, будут после такого перехода потеряны.


### 2.2. Ввод и вывод данных

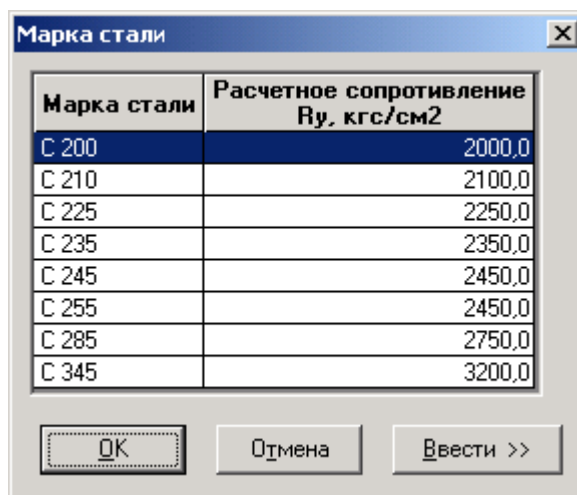
Ввод данных для каждой задачи осуществляется посредством следующих элементов:

1. Текстового поля:

2. Поля с галочкой

3. Списка с прокруткой 

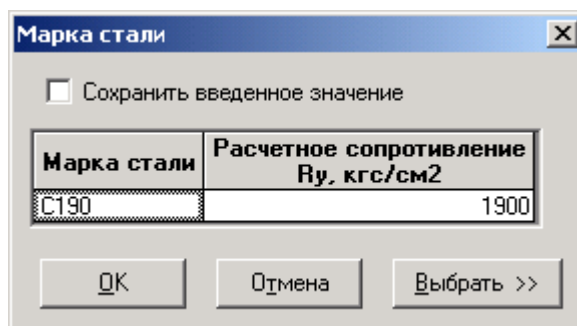
4. Выбора из списка. Если справа от параметра расположена кнопка , то значение этого параметра можно выбрать из таблицы.



Марка стали	Расчетное сопротивление $R_y$ , кгс/см <sup>2</sup>
C 200	2000,0
C 210	2100,0
C 225	2250,0
C 235	2350,0
C 245	2450,0
C 255	2450,0
C 285	2750,0
C 345	3200,0

Buttons: **OK**, **Отмена**, **Ввести >>**



Для выбора нажмите данную кнопку, выберите нужную строку в появившейся таблице и нажмите кнопку **OK**. Для некоторых параметров предусмотрена возможность добавления новой строки в таблицу параметров. В этом случае, в правом нижнем углу появившейся таблицы появится кнопка **Ввести >>**. Если Вы хотите сохранить введенную строку в таблице для дальнейшего использования, включите флажок **Сохранить введенное значение**. Для того, чтобы вернуться к таблице, нажмите кнопку **Выбрать >>**.



☒ Сохранить введенное значение

Марка стали	Расчетное сопротивление $R_y$ , кгс/см <sup>2</sup>
C190	1900

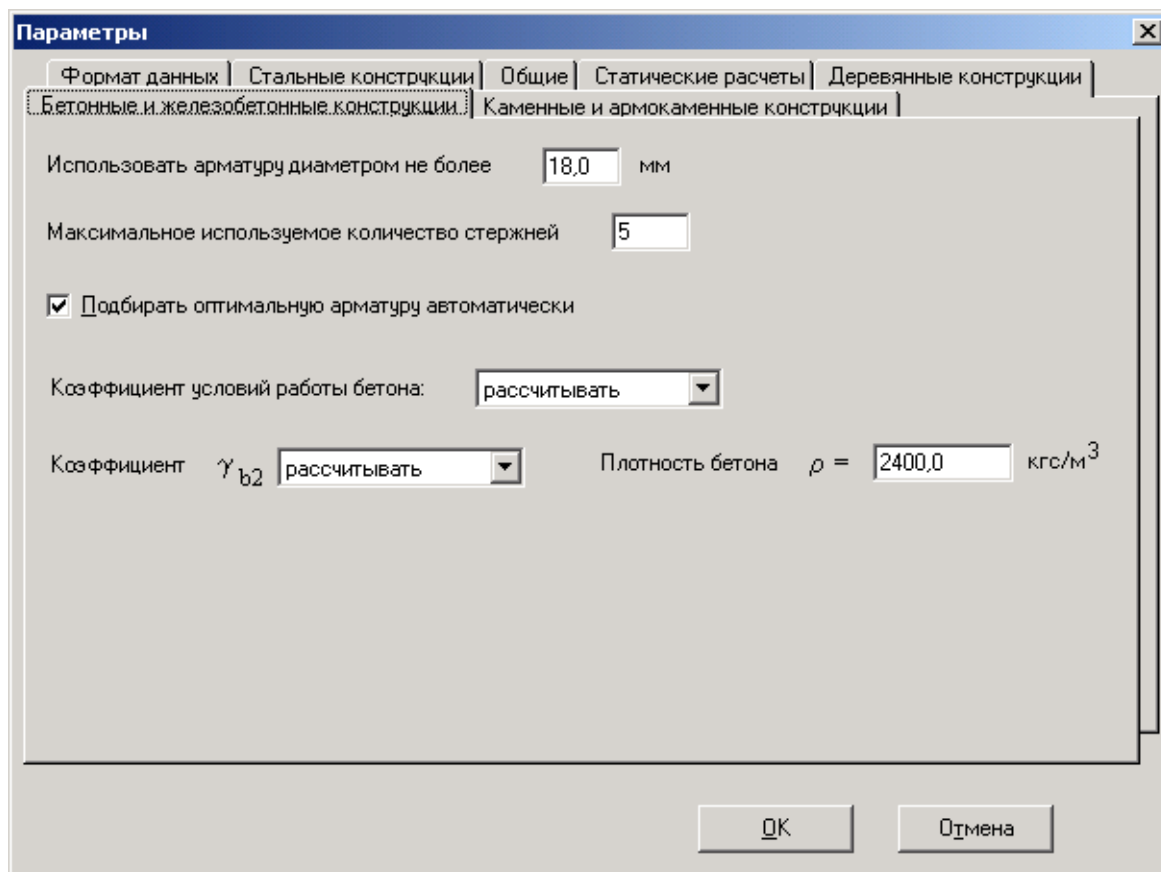
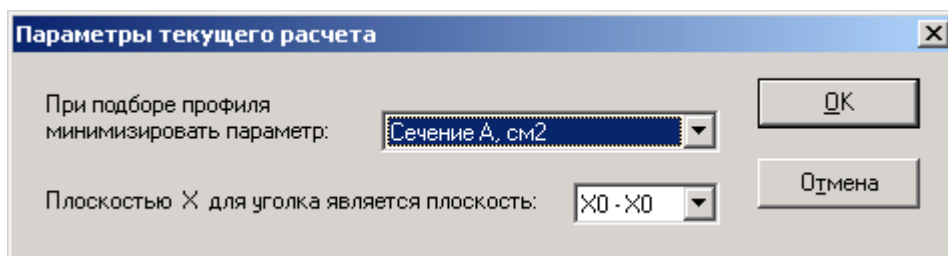
Buttons: **OK**, **Отмена**, **Выбрать >>**

После изменения любого из вводимых значений, кроме значений, вводимых через текстовые поля, немедленно происходит перерасчет задачи и выводятся новые промежуточные и конечные результаты. Для того чтобы инициировать перерасчет после изменения значений, вводимых через текстовые поля, поместите фокус в любое текстовое поле и нажмите клавишу «Enter» или выберите пункт меню **Расчет→Выполнить**, или нажмите кнопку  на панели инструментов. Если для введенных значений перерасчет уже был произведен, пункт меню **Расчет→Выполнить** и кнопка  будут недоступны.

Значения редко изменяемых параметров вводятся в диалоговых окнах **Общие параметры** и **Параметры текущего расчета**. Для того чтобы перейти к этим диалоговым окнам выберите пункт меню **Расчет→Общие**



**параметры** или пункт меню **Расчет→Параметры текущего расчета**. Параметры в диалоговом окне **Параметры текущего расчета** относятся только к текущему расчету, в то время как параметры в диалоговом окне **Общие параметры** относятся ко всем расчетам, использующим данный параметр.

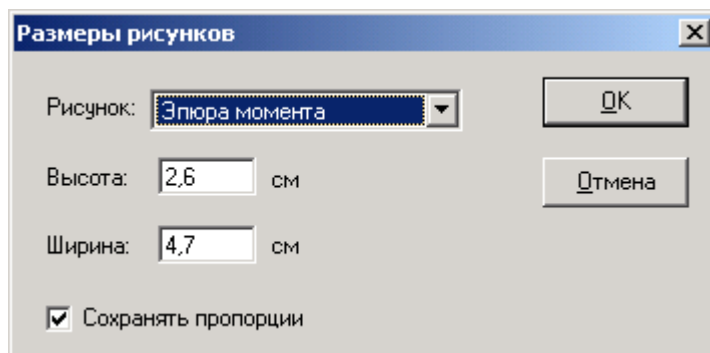


Формат данных, отображаемых в окне расчета и в отчете, задается в диалоговом окне **Общие параметры** во вкладке **Формат данных**. Для каждого типа параметров Вы можете задать свой формат вывода. Формат вывода для каждого типа параметров задается путем установки числа выводимых знаков после десятичного разделителя.


Вы можете изменять шрифт текста надписей, выводимых в окне программы, а также шрифт формул. В формулах, выводимых в окне приложения **СтройРасчеты**, используются два вида символов – обычные и греческие. Для того чтобы изменить шрифт какого-либо из данных видов символов, выберите пункт меню **Вид→Шрифт→Текста**, **Вид→Шрифт→Формул** или **Вид→Шрифт→Греческий** соответственно. После этого появится стандартный диалог «Шрифт». Для того чтобы изменить размер шрифта, используемого для вывода индексов в тексте надписей или формул, выберите пункт меню **Вид→Размеры шрифтов**. Кроме этого, с помощью команды меню **Вид→Параметры отображения**, Вы можете изменять следующие параметры отображения информации в окне приложения:

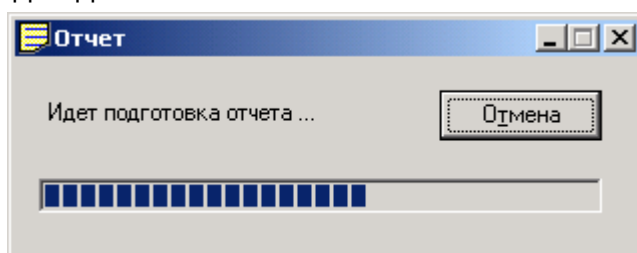
- Размеры верхнего, нижнего, левого и правого полей.
- Ширина табуляции. Данный параметр задает расстояние между различными вводимыми и выводимыми параметрами в окне приложения.
- Расстояние между крайними точками строк.

Если для открытого расчета предусмотрен вывод рисунка или схемы в меню **Вид** появится пункт **Размеры рисунков**. При вызове этого пункта откроется окно в котором Вы можете редактировать размеры рисунков в окне приложения.




### 2.3. Подготовка отчета

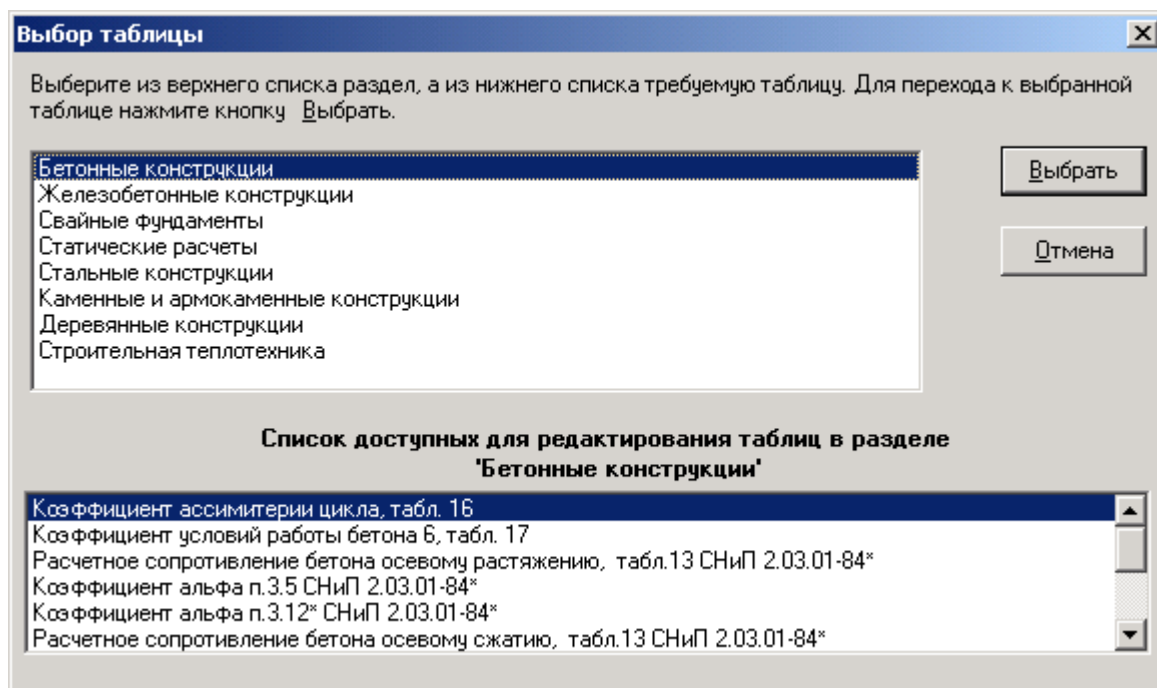
В приложении «СтройРасчеты» отчеты для каждого расчета формируются в виде документа Microsoft Word. Отчет может быть сформирован в двух формах: - либо в форме обычного документа, либо в форме документа на специальном бланке. Форма отчета устанавливается во вкладке **Общие** в диалоговом окне **Общие параметры**. Для подготовки отчета выберите пункт меню **Расчет->Подготовка отчета** или нажмите кнопку  на панели инструментов. После этого появится диалоговое окно, отображающее ход подготовки отчета.



Для того, чтобы отменить подготовку отчета, нажмите кнопку **Отмена** в этом диалоговом окне.


### 2.4. Редактирование базы данных


В приложении «СтройРасчеты» предусмотрена возможность редактирования некоторых таблиц базы данных, например, таблицы параметров профилей, таблицы коэффициентов условий работы и т.п. Для того, чтобы перейти в режим редактирования таблиц баз данных выберите пункт меню **Расчет->Редактировать базу данных** или нажмите кнопку  на панели инструментов. После этого появится диалоговое окно «Выбор редактируемой таблицы».





Для перехода к требуемой таблице выберите в верхнем списке раздел, а в нижнем необходимый расчет и нажмите кнопку "Выбрать". Перед Вами откроется выбранная таблица. Ниже перечислены правила редактирования этой таблицы, которые в основном совпадают с правилами редактирования таблиц в Microsoft Excel:


- о Для того чтобы изменить содержимое в ячейке таблицы, перейдите к требуемой ячейке, щелкнув на ней мышью или при помощи клавиш со стрелками. Для того чтобы отредактировать содержимое ячейки нажмите пробел или дважды щелкните на ячейке левой кнопкой мыши. Для того чтобы заменить содержимое ячейки на новое просто введите требуемый текст или число.



- о Для того чтобы добавить строку к редактируемой таблице, перейдите к любой ячейке той строки, после которой Вы хотите добавить строку. Затем выберите пункт меню **Правка->Добавить строку** или нажмите кнопку  на панели инструментов.


- о Для того чтобы удалить несколько строк в редактируемой таблице, выделите несколько ячеек из тех строк, которые Вы хотите удалить. Затем выберите пункт меню **Правка->Удалить строки** или нажмите кнопку  на панели инструментов.


- о Для того чтобы скопировать или вырезать содержимое ячеек редактируемой таблицы с сохранением в буфер обмена, выделите необходимые ячейки, затем выберите пункт меню **Правка->Копировать** (**Правка->Вырезать**) или нажмите кнопку  (кнопку ) на панели


инструментов. После этого скопированные в буфер обмена данные могут быть вставлены в другие программы, например Microsoft Excel.

о Для того чтобы вставить в ячейки редактируемой таблицы содержимое буфера обмена, выделите необходимые ячейки. При этом выделенный диапазон должен соответствовать содержимому буфера обмена. Затем выберите пункт меню **Правка->Вставить** или нажмите кнопку  на панели инструментов. При этом данные в буфер обмена могут быть получены из других программ, например из Microsoft Excel.

о Для того чтобы отсортировать редактируемую таблицу по возрастанию или по убыванию, выделите несколько ячеек из тех столбцов, по которым будет производиться сортировка. При этом если выделены ячейки нескольких столбцов, сортировка записей будет выполнена по всем этим столбцам, начиная с крайнего левого. После этого выберите пункт меню **Правка->Сортировать->по возрастанию** (**Правка->Сортировать->по убыванию**) или нажмите кнопку  (кнопку ) на панели инструментов.

о Вы можете отменить последнее действие. Для этого выберите пункт меню **Правка->Отменить** или нажмите кнопку  на панели инструментов.

о Для того чтобы сохранить сделанные в таблице изменения после окончания редактирования таблицы выберите пункт меню **Таблица->Сохранить изменения** или нажмите кнопку  на панели инструментов. Если все данные в отредактированной таблице являются корректными, то таблица будет сохранена. В противном случае сохранение таблицы будет отменено.

о Для того чтобы перейти к редактированию другой таблицы, выберите команду **Открыть** в меню **Таблица** или нажмите кнопку  на панели инструментов.

о Вы можете изменять ширину столбцов редактируемой таблицы. Для того чтобы осуществить подбор ширины строк после изменения ширины столбцов, щелкните мышью по строке заголовков.

Вы можете закончить текущий сеанс редактирования таблицы без сохранения сделанных изменений. Для этого ответьте **Нет** на вопрос "Сохранить изменения в таблице?" при завершении сеанса редактирования или при переходе к редактированию другой таблицы.

Вы также можете редактировать требуемую таблицу с помощью программы Microsoft Access или любой другой программы, поддерживающей формат баз данных .mdb (Microsoft DataBase). Для этого откройте в используемом вами редакторе баз данных файл db1.mdb, который находится в корневой папке приложения **СтройРасчеты**. Доступные для редактирования таблицы имеют следующие имена:

<b>Категория</b>	<b>Имя таблицы или запроса в базе данных</b>	<b>Описание таблицы</b>
Бетонные конструкции	Бетон_Козф1	Коэффициент ассиметрии цикла, табл. 16
Бетонные конструкции	Бетон_Козф6	Коэффициент условий работы бетона 6, табл. 17
Бетонные конструкции	Бетон_РР	Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению, табл.13 СНиП 2.03.01-84*
Бетонные конструкции	Бетон_Альфа_Зап	Коэффициент альфа п.3.5 СНиП 2.03.01-84*
Бетонные конструкции	Бетон_Альфа2_3ап	Коэффициент альфа п.3.12* СНиП 2.03.01-84*
Бетонные конструкции	Бетон_РС	Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию, табл.13 СНиП 2.03.01-84*
Бетонные конструкции	Бетон_Еб_Легкий и поризованный	Модуль упругости легкого и поризованного бетона, табл. 18 СНиП 2.03.01-84*
Бетонные конструкции	Бетон_Еб_Мелкозернистый группы А	Модуль упругости бетона мелкозернистого группы А, табл. 18 СНиП 2.03.01-84*
Бетонные конструкции	Бетон_Еб_Мелкозернистый группы Б	Модуль упругости бетона мелкозернистого группы Б, табл. 18 СНиП 2.03.01-84*
Бетонные конструкции	Бетон_Еб_Мелкозернистый группы В	Модуль упругости бетона мелкозернистого группы В, табл. 18 СНиП 2.03.01-84*
Бетонные конструкции	Бетон_Еб_Тяжелый	Модуль упругости тяжелого бетона, табл. 18 СНиП 2.03.01-84*
Бетонные конструкции	Бетон_Еб_Ячеистый автоклавного твердения	Модуль упругости ячеистого бетона автоклавного твердения, табл. 18 СНиП 2.03.01-84*
Деревянные конструкции	Дерево_ПредГиб Сж	Предельные гибкости сжатых элементов, табл.14 СНиП II-25-80

Деревянные конструкции	Дерево_ПредГиб Рас	Предельные гибкости растянутых элементов, табл.14 СНиП II-25-80
Деревянные конструкции	Древесина_Рскал	Расчетное сопротивление древесины скалыванию, п.5 табл.3 СНиП II-25-80
Деревянные конструкции	ДревесинаРС	Расчетное сопротивление древесины, п.1 табл.3 СНиП II-25-80
Деревянные конструкции	Козф_Дерево1	Кэффициент согласно п. 4.3 СНиП II-25-80
Деревянные конструкции	Прогибы дерева	Предельные прогибы, табл. 16 СНиП II-25-80
Железо-бетонные конструкции	Бетон_Еб_Мелко зернистый группы А	Модуль упругости бетона мелкозернистого группы А, табл. 18 СНиП 2.03.01-84*
Железо-бетонные конструкции	Бетон_Еб_Мелко зернистый группы Б	Модуль упругости бетона мелкозернистого группы Б, табл. 18 СНиП 2.03.01-84*
Железо-бетонные конструкции	Бетон_Еб_Мелко зернистый группы В	Модуль упругости бетона мелкозернистого группы В, табл. 18 СНиП 2.03.01-84*
Железо-бетонные конструкции	Бетон_Еб_Тяжел ый	Модуль упругости тяжелого бетона, табл. 18 СНиП 2.03.01-84*
Железо-бетонные конструкции	Бетон_Еб_Ячеист ый автоклавного твердения	Модуль упругости ячеистого бетона автоклавного твердения, табл. 18 СНиП 2.03.01-84*
Железо-бетонные конструкции	Бетон_Козф1	Кэффициент ассимитерии цикла, табл. 16
Железо-бетонные конструкции	Бетон_Козф6	Кэффициент условий работы бетона 6, табл. 17
Железо-бетонные конструкции	Бетон_РР	Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению, табл.13 СНиП 2.03.01-84*
Железо-бетонные конструкции	Бетон_Альфа_За п	Кэффициент альфа п.3.5 СНиП 2.03.01-84*

Железо-бетонные конструкции	Бетон_РС	Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию, табл.13 СНиП 2.03.01-84*
Железо-бетонные конструкции	Арматура_РС_3а <sub>п</sub>	Расчетное сопротивление арматуры растяжению, табл.22* и 23 СНиП 2.03.01-84*
Железо-бетонные конструкции	Арматура_РС2_3а <sub>п</sub>	Расчетное сопротивление арматуры сжатию, табл.22* и 23 СНиП 2.03.01-84*
Железо-бетонные конструкции	Арматура_Ес	Модуль упругости арматуры, табл.29* СНиП 2.03.01-84*
Железо-бетонные конструкции	Бетон_Альфа2_3а <sub>п</sub>	Коэффициент альфа п.3.12* СНиП 2.03.01-84*
Железо-бетонные конструкции	Бетон_Еб_Легкий и поризованный	Модуль упругости легкого и поризованного бетона, табл. 18 СНиП 2.03.01-84*
Каменные и армокаменные конструкции	Камни_ЮН_3а <sub>п</sub>	Коэффициенты расчетной длины стен и столбов, п.4.3 СНиП II-22-81
Каменные и армокаменные конструкции	Камни_к_3а <sub>п</sub>	Коэффициенты k, табл.14 СНиП II-22-81
Каменные и армокаменные конструкции	Камни_Альфа_3а <sub>п</sub>	Упругая характеристика, табл.15 СНиП II-22-81
Каменные и армокаменные конструкции	Камни_бета	Коэффициент бета, табл.28 СНиП II-22-81
Каменные и армокаменные конструкции	Камни_Коэфпон_3а <sub>п</sub>	Понижающие коэффициенты расчетного сопротивления кладки согласно главе 3 СНиП II-22-81
Каменные и армокаменные конструкции	Камни_ню	Коэффициент ню, табл.20 СНиП II-22-81
Каменные и	Камни_фи	Коэффициент продольного изгиба,



армокаменные конструкции		табл.18 СНиП II-22-81
Каменные и армокаменные конструкции	КамниТбл10	Расчетное сопротивление срезу, табл.10 СНиП II-22-81
Каменные и армокаменные конструкции	КамниТбл2	Расчетное сопротивление сжатию, табл.2 СНиП II-22-81
Каменные и армокаменные конструкции	КамниТбл4	Расчетное сопротивление сжатию, табл.4 СНиП II-22-81
Каменные и армокаменные конструкции	КамниТбл5	Расчетное сопротивление сжатию, табл.5 СНиП II-22-81
Каменные и армокаменные конструкции	КамниТбл6	Расчетное сопротивление сжатию, табл.6 СНиП II-22-81
Каменные и армокаменные конструкции	КамниТбл7	Расчетное сопротивление сжатию, табл.7 СНиП II-22-81
Каменные и армокаменные конструкции	КамниТбл8	Расчетное сопротивление сжатию, табл.8 СНиП II-22-81
Каменные и армокаменные конструкции	КамниТбл24	Коэффициент условий работы, табл.24 СНиП II-22-81
Каменные и армокаменные конструкции	КамниТбл30	Коэффициенты k, табл.30 СНиП II-22-81
Свайные фундаменты	Сваи_Коэфк	Коэффициент надежности согласно п.3.10 СНиП 2.02.03-85
Свайные фундаменты	Сваи_РС_Глина	Расчетное сопротивление под нижним концом свай для глинистых грунтов, табл.1 СНиП 2.02.03-85
Свайные фундаменты	Сваи_РС_Песок	Расчетное сопротивление под нижним концом свай для песчаных грунтов, табл.1 СНиП 2.02.03-85

Свайные фундаменты	Сваи_РС_ГлинаБок	Расчетное сопротивление боковой поверхности свай для глинистых грунтов, табл.1 СНиП 2.02.03-85
Свайные фундаменты	Сваи_РС_ПесокБок	Расчетное сопротивление боковой поверхности свай для песчаных грунтов, табл.1 СНиП 2.02.03-85
Стальные конструкции	Козф_условий_работы	Козэффициент условий работы табл 6* СНиП II-23-81*
Стальные конструкции	Марки стали	Расчетное сопротивление стали (из табл. 51* СНиП II-23-81*)
Стальные конструкции	Нормативы ветра	Нормативное значение ветрового давления, табл. 5 СНиП 2.01.07-85
Стальные конструкции	Нормативы снега	Нормативное значение веса снегового покрова, табл.4 СНиП 2.01.07-85
Стальные конструкции	Предельные гибкости раст	Предельные гибкости растянутых элементов, табл. 20* СНиП II-23-81*
Стальные конструкции	Предельные гибкости сжатых эл	Предельные гибкости сжатых элементов, табл. 19* СНиП II-23-81*
Стальные конструкции	Прогибы стали	Предельные прогибы, табл. 40* СНиП II-23-81*
Стальные конструкции	РС_Болты	Расчетное сопротивление болтов, табл. 58* Прил.2 к СНиП II-23-81*
Стальные конструкции	Сечение_Abp	Площадь сечения болта нетто, табл. 62* СНиП II-23-81*
Стальные конструкции	Профили_Зап	Параметры профилей
Статические расчеты	Вес кровли	Нагрузка от разных видов кровли
Статические расчеты	Ветер_Козфк	Табл. 6 СНиП 2.01.07-85
Статические расчеты	Ветер_Схема21	Аэродинамический коэффициент п.2-1 Прил. 4 к СНиП 2.01.07-85
Статические расчеты	Ветер_Схема22	Аэродинамический коэффициент п.2-2 Прил. 4 к СНиП 2.01.07-85
Статические	Ветер_Схема23	Аэродинамический коэффициент п.2-3

расчеты		Прил. 4 к СНиП 2.01.07-85
Статические расчеты	Ветер_Схема31	Аэродинамический коэффициент п.3-1 Прил. 4 к СНиП 2.01.07-85
Статические расчеты	Ветер_Схема32	Аэродинамический коэффициент п.3-2 Прил. 4 к СНиП 2.01.07-85
Статические расчеты	Ветер_Типы местности	Типы местности согласно п.6.5 СНиП 2.01.07-85
Статические расчеты	Снег_Коэф3	Коэффициент $\mu_3$ для схемы 3 снеговой нагрузки прил.3 к СНиП 2.01.07-85
Строительная теплотехника	Тепло_АльфаВ	Коэффициент теплоотдачи, табл.4* СНиП II-3-79*
Строительная теплотехника	Тепло_АльфаН	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий, табл.6* СНиП II-3-79*
Строительная теплотехника	Тепло_Матер	Теплотехнические показатели строительных материалов, прил.3* к СНиП II-3-79*
Строительная теплотехника	Тепло_Р1	Коэффициент $\alpha_1$ , табл.1 прил.13* к СНиП II-3-79*
Строительная теплотехника	Тепло_Р2	Коэффициент $\alpha_2$ , табл.1 прил.13* к СНиП II-3-79*
Строительная теплотехника	Тепло_Ртреб_Зап	Требуемое сопротивление теплопередаче, табл. 16 п.2.1 СНиП II-3-79*

Будьте внимательны при редактировании таблиц базы данных с помощью других программ. При сохранении таблицы, измененной в приложении **СтройРасчеты**, приложением производится проверка корректности данных таблицы. Кроме того, набор таблиц, доступных для редактирования в приложении **СтройРасчеты** ограничен. При редактировании таблиц базы данных в других редакторах баз данных проверка корректности данных, содержащихся в таблице, всецело ложится на пользователя. Не редактируйте таблицы базы данных, отсутствующие в приведенном выше списке! Некорректные данные в какой-либо таблице могут вызвать ошибку или неправильную работу приложения **СтройРасчеты**.

## 3 Методики расчетов

Все примеры, приведенные в данном разделе, сгенерированы программой «СтройРасчеты».

### 3.1. Статические расчеты

#### 3.2.1 Расчет коэффициента перехода к снеговой нагрузке на покрытие

Данный расчет является составной частью *расчета изгибающего момента, прогиба и поперечной силы*. В данном расчете решается задача определения коэффициент перехода к снеговой нагрузке на покрытие  $\mu$  в соответствии с приложением 3 к СНиП 2.01.07.85. "Нагрузки и воздействия". Исходными данными для этого расчета являются:

- Тип покрытия. Программой предусмотрен расчет типов покрытия, приведенных в схемах 1-8 приложения 3.
- Параметры покрытия, характеризующие данный тип покрытия. Например, угол ската покрытия, высота перепада для двухуровневого покрытия и т.п.
- Координаты начала и конца зоны, для которой рассчитывается коэффициент перехода. Задание рассматриваемой зоны необходимо для некоторых схем, в которых значение коэффициента перехода может изменяться в зависимости от точки покрытия.

На основании этих данных по формулам приложения 3 к СНиП 2.01.07.85. "Нагрузки и воздействия" (различным для различных типов покрытия) рассчитывается максимальное значение коэффициента перехода в рассматриваемой зоне  $\mu_{cx}$ . После этого рассчитывается понижающий коэффициент  $k$  согласно п.5.5. к СНиП 2.01.07.85. "Нагрузки и воздействия". Исходными данными для расчета этого коэффициента является средняя скорость ветра за три наиболее холодных месяца  $v_{ср}$ . После этого рассчитывается понижающий коэффициент  $k_1$  согласно п.5.5. СНиП 2.01.07.85. "Нагрузки и воздействия". Исходными данными для расчета этого коэффициента является ширина здания  $b$  и высота здания  $H$ . Для некоторых типов покрытий эти коэффициенты могут быть равны 1. Кроме этого, пользователь должен указать, выполняются ли условия п.5.6. СНиП 2.01.07.85. "Нагрузки и воздействия". В зависимости от этого вычисляется понижающий коэффициент  $k_2$ :  $k_2 = 0,8$ , если выполняются условия п.5.6. СНиП 2.01.07.85. "Нагрузки и воздействия", и  $k_2 = 1$  в противном случае.

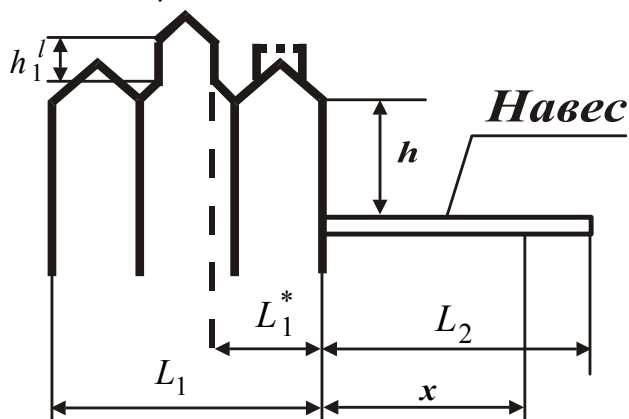
Расчетное значение коэффициента перехода вычисляется по формуле  $\mu = \mu_{cx} \cdot k \cdot k_1$ .

### Пример 3.1.1.

Определим коэффициент перехода  $\mu$  в соответствии с приложением 3.

Тип покрытия: Здания с перепадом высоты (№8-б)

Схема покрытия:



Тип верхнего покрытия: плоский

Верхнее покрытие с продольными фонарями

Угол ската для верхнего покрытия  $\alpha \leq 20^\circ$

$L_1^* = 400,0$  см

$h_1' = 50,0$  см

$L_2 = 400,0$  см

Высота перепада  $h = 100,0$  см

Для верхнего покрытия:

$$L_1' = \max\{0, L_1^* - 2h_1'\} = 300,0 \text{ см}, m_1 = 0,50.$$

Для нижнего покрытия:

$$L_2' = \max\{0, L_2 - 2h\} = 200,0 \text{ см}, m_2 = 0,50.$$

$$\mu = \min\left(1 + \frac{m_1 L_1' + m_2 L_2'}{h}; \frac{2h}{s_0}; 6\right) = 1,33, b = 200,0 \text{ см}.$$

Согласно схеме, максимальное значение коэффициента на участке от  $x_1 = 50,0$  см до  $x_2 = 150,0$  см  $\mu_{cx} = 1,13$ .

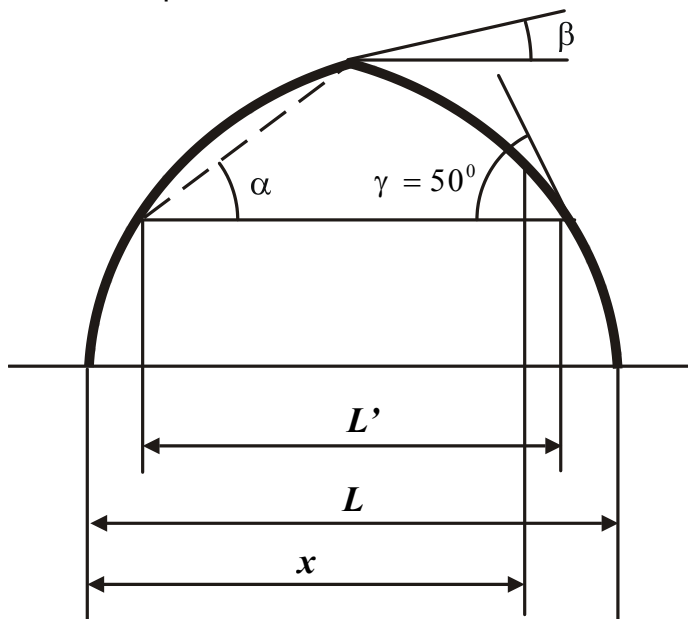
Расчетное значение коэффициента перехода  $\mu = \mu_{cx} = 1,13$ .

### Пример 3.1.2.

Определим коэффициент перехода  $\mu$  в соответствии с приложением 3.

Тип покрытия: Покрытия в виде стрельчатых арок (№2')

Схема покрытия:



Угол ската покрытия  $\alpha = 25,00^\circ$

Ходовые мостики или аэрационные устройства по коньку покрытия отсутствуют

$L = 200,0$  см

$L' = 20,0$  см

$b \geq 15^\circ$

Согласно схеме, максимальное значение коэффициента на участке от  $x_1 = 50,0$  см до  $x_2 = 150,0$  см  $\mu_{cx} = 1,25$ . Средняя скорость ветра за три наиболее холодных месяца  $v = 2,0$  м/с. В соответствии с п. 5.5 понижающий коэффициент  $k = 1,00$ . Так как ширина здания  $b = 50,0$  м и высота здания  $H = 5,0$  м, то в соответствии с п. 5.5 понижающий коэффициент  $k_1 = 1,00$ .

Расчетное значение коэффициента перехода  $\mu = \mu_{cx} \cdot k \cdot k_1 = 1,25$ .

### 3.2.2 Расчет снеговой нагрузки

Данный расчет является составной частью *расчета изгибающего момента, прогиба и поперечной силы*. В данном расчете решается задача определения снеговой нагрузки на покрытие  $q_{сн}$ . Исходными данными для этого расчета являются:

- Нормативное значение веса снегового покрова  $s_0$  на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли, определяемое согласно пункту 5.2 и табл. 4 СНиП 2.01.07.85. "Нагрузки и воздействия" в зависимости от снегового района.

- Коэффициент перехода к снеговой нагрузке на покрытие  $\mu$ , рассчитываемый согласно п. 3.1.1. данного описания.
- Коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f$ . Данный коэффициент может быть либо рассчитан согласно п.5.7. СНиП 2.01.07.85, либо введен пользователем вручную. Способ получения коэффициента определяется в окне «Параметры текущего расчета».

Расчетное значение снеговой нагрузки определяется по формуле  $q_{сн}$

$$= s_0 \cdot \mu \cdot \gamma_f.$$

### Пример 3.1.3

Нормативное значение веса снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли (согласно пункту 5.2 и табл. 4)  $s_0 = 150,00$  кгс/м<sup>2</sup>.

Нормативное значение снеговой нагрузки  $q_{сн,норм} = s_0 \cdot \mu = 187,50$  кгс/см<sup>2</sup>.

Коэффициент надежности по нагрузке (согласно п.5.7)  $\gamma_f = 1,60$ .

Расчетное значение снеговой нагрузки  $q_{сн} = s_0 \cdot \mu \cdot \gamma_f = 300,00$  кгс/см<sup>2</sup>.

### 3.2.3 Расчет коэффициентов ветровой нагрузки

Данный расчет является составной частью *расчета изгибающего момента, прогиба и поперечной силы*. В данном расчете решается задача определения аэродинамического коэффициент строения  $c$  в соответствии с приложением 4 к СНиП 2.01.07.85. "Нагрузки и воздействия", и коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления в зависимости от высоты и типа местности  $k$  согласно п. 6.5. и таблице 6 СНиП 2.01.07.85. Исходными данными для расчета аэродинамического коэффициент строения  $c$  являются:

- Тип строения. Программой предусмотрен расчет типов покрытия, приведенных в схемах 1-4 приложения 4.
- Параметры, характеризующие строение. Например, угол ската крыши строения, размеры строения и т.п.
- Участок, для которого рассчитывается аэродинамический коэффициент (крыша, боковая стена и т.п.)

Исходными данными для расчета коэффициента, учитывающего изменение ветрового давления, в зависимости от высоты и типа местности являются:

- Тип местности. Пользователю необходимо выбрать один из типов местности, указанный в пункте 6.5.

- Высота участка, для которого рассчитывается ветровая нагрузка.

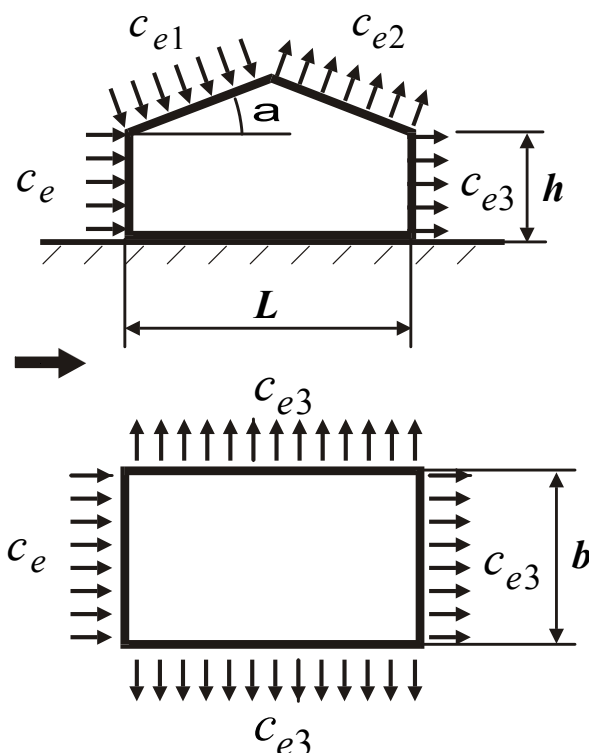
### Пример 3.1.4

Тип местности: А - открытые побережья морей, озер и водохранилищ, пустыни, степи, лесостепи, тундра.

Так как высота  $z = 10,0$  м, то согласно п. 6.5. и таблице 6, коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте  $k = 1,00$ .

Тип поверхности: Здания с двускатными покрытиями (№2)

Схема ветровой нагрузки:



Угол ската  $\alpha = 20,00^\circ$

$$\frac{h}{L} = 1,00$$

Аэродинамический коэффициент  $s = c_{e1} = -0,70$ .

### 3.2.4 Расчет ветровой нагрузки

Данный расчет является составной частью *расчета изгибающего момента, прогиба и поперечной силы*. В данном расчете решается задача



определения ветровой нагрузки на покрытие  $q_{\text{в}}$ . Исходными данными для этого расчета являются:

- Нормативное значение ветрового давления  $w_0$  на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли, определяемое согласно пункту 6.4 и табл. 5 СНиП 2.01.07.85. "Нагрузки и воздействия" в зависимости от района.
- Аэродинамический коэффициент строения  $c$ , рассчитываемый согласно п. 3.1.3. данного описания.
- Коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления в зависимости от высоты и типа местности  $k$ , рассчитываемый согласно п. 3.1.3. данного описания.

Расчетное значение ветровой нагрузки определяется по формуле  $q_{\text{в}}$   
 $= w_0 \cdot k \cdot c$ .

### Пример 3.1.5

Нормативное значение ветрового давления (согласно пункту 6.4 и табл. 5)  $w_0 = 38,00 \text{ кгс/м}^2$ .

Аэродинамический коэффициент  $c = c_e^H = 0,80$ .

Нормативное значение ветровой нагрузки  $q_{\text{в,норм}} = w_0 \cdot k \cdot c = 51,68 \text{ кгс/см}^2$ .

Коэффициент надежности по нагрузке (согласно п.6.11)  $\gamma_f = 1,40$ .

Расчетное значение ветровой нагрузки  $q_{\text{в}} = w_0 \cdot k \cdot c \cdot \gamma_f = 72,35 \text{ кгс/м}^2$ .

### 3.2.5 Расчет прочей нагрузки

Данный расчет является составной частью *расчета изгибающего момента, прогиба и поперечной силы*. В данном расчете решается задача определения прочей нагрузки на покрытие  $q_{\text{пр}}$ . Исходными данными для этого расчета являются:

- Нормативное значение прочей нагрузки  $q_{\text{пр,норм}}$  для каждого ее слоя.
- Коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_{f,\text{пр}}$  для каждого слоя.

Расчетное значение прочей нагрузки определяется по формуле  $q_{\text{пр}} =$   
 $\sum_i q_{\text{пр,норм}}^i \cdot \gamma_{f,\text{пр}}^i$ .

### 3.2.6 Расчет нагрузки от собственного веса балки

Данный расчет является составной частью *расчета изгибающего момента, прогиба и поперечной силы*, в том случае, если этот расчет используется совместно с другими расчетами, в которых указываются размеры сечения балки и ее материал: дерево, сталь или бетон. Плотность каждого из этих материалов задается в окне «Общие параметры». В противном случае пользователю необходимо ввести собственный вес балки вручную. В данном расчете решается задача определения нагрузки от собственного веса балки  $q_{соб}$ . Исходными данными для этого расчета являются:

- Параметры сечения. На основании этих параметров рассчитывается площадь сечения  $A$ .
- Плотность материала балки  $\rho$ .

Расчетное значение нагрузки от собственного веса балки рассчитывается по формуле  $q_{соб} = \rho \cdot A$ .

### 3.2.7 Расчет изгибающего момента, поперечной силы и прогиба

Исходными данными для данного расчета являются:

- о Тип закрепления балки. Предусмотрены 4 типа закрепления балки:



- свободно опертая балка;



- консоль;



- балка с одним защемленным и другим



свободно опертым концом;

- балка с защемленными концами.

- о Способ расчета прогиба. Прогиб может рассчитываться либо от нормативных, либо от расчетных нагрузок. Способ расчета прогиба определяется пользователем в окне «Параметры текущего расчета».

о Расстояние между пролетами балки  $L_n$ . Данная величина используется для расчета погонной нагрузки на балку от снега, ветра и прочей нагрузки.

о Расчетное значение снеговой нагрузки  $q_{сн}$ , вычисляемое согласно п.3.1.2 данного описания.

о Расчетное значение ветровой нагрузки  $q_{в}$ , вычисляемое согласно п.3.1.4 данного описания.

о Расчетное значение прочей нагрузки  $q_{пр}$ , вычисляемое согласно п.3.1.5 данного описания.

о Расчетное значение нагрузки от собственного веса балки  $q_{соб}$ . В зависимости от основного расчета, для которого рассчитываются значения изгибающего момента, прогиба и поперечной силы, а также выбора пользователя, данная величина может быть либо вычислена согласно п.3.1.6 данного описания, либо введена пользователем. Кроме этого данная величина вообще может не учитываться в расчете. Способ получения данной величины определяется пользователем в окне «Параметры текущего расчета».

о Дополнительная нагрузка. Помимо описанных ранее видов нагрузок (снеговой, ветровой, прочей и от собственного веса балки), возможен ввод дополнительных нагрузок на балку. Дополнительную нагрузку можно ввести двумя способами. Способ ввода дополнительной нагрузки определяется пользователем в окне «Параметры текущего расчета». Рассмотрим эти способы.

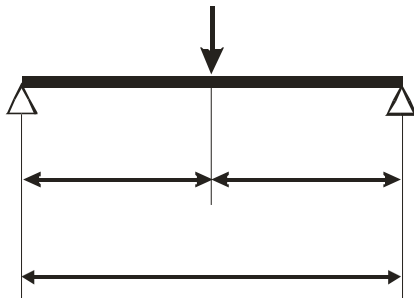
1. Выбрать одну из 18 стандартных схем дополнительной нагрузки.
2. Задать дополнительную нагрузку самостоятельно путем ввода параметров всех сосредоточенных и распределенных нагрузок, а также параметров изгибающих моментов, действующих на балку.

Первым этапом в расчете изгибающего момента, прогиба и поперечной силы является вычисление погонной нагрузки на балку от снеговой, ветровой, прочей нагрузки и нагрузки от собственного веса балки по формуле  $q_{сум, всего} = (q_{сн} + q_{в} + q_{пр}) \cdot L_n + q_{соб}$ . Далее в приложении *СтройРасчеты* предусмотрены 2 способа расчета максимального изгибающего момента, поперечной силы и прогиба, действующих на балку. Способ расчета определяется пользователем в окне «Параметры текущего расчета».

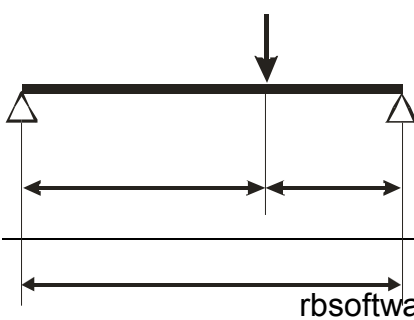
1. Приблизительный расчет. В этом случае вычисляются значения максимального изгибающего момента  $M_{max,1}$ , поперечной силы  $Q_{max,1}$  и прогиба  $f_{max,1}$  для данной нагрузки и типа закрепления:

- Для свободно опертой балки  $Q_{\max,1} = q_{\text{сум,всего}} \frac{L}{2}$ ,  
 $M_{\max,1} = q_{\text{сум,всего}} \cdot \frac{L^2}{8}$ ,  $f_{\max,1} = \frac{1}{EJ} \cdot q_{\text{сум,всего}} \cdot \frac{5L^4}{384}$ .
- Для консоли  $Q_{\max,1} = q_{\text{сум,всего}} \cdot L$ ,  $M_{\max,1} = q_{\text{сум,всего}} \cdot \frac{L^2}{2}$ ,  
 $f_{\max,1} = \frac{1}{EJ} \cdot q_{\text{сум,всего}} \cdot \frac{L^4}{8}$ .
- Для балки с одним свободно опертым и другим защемленным концом  
 $Q_{\max,1} = q_{\text{сум,всего}} \frac{L}{2}$ ,  $M_{\max,1} = q_{\text{сум,всего}} \cdot \frac{L^2}{8}$ ,  $f_{\max,1} = \frac{1}{EJ} \cdot q_{\text{сум,всего}} \cdot \frac{L^4}{185}$ .
- Для балки с двумя защемленными концами  $Q_{\max,1} = q_{\text{сум,всего}} \frac{L}{2}$ ,  
 $M_{\max,1} = q_{\text{сум,всего}} \cdot \frac{L^2}{12}$ ,  $f_{\max,1} = \frac{1}{EJ} \cdot q_{\text{сум,всего}} \cdot \frac{L^4}{384}$ .

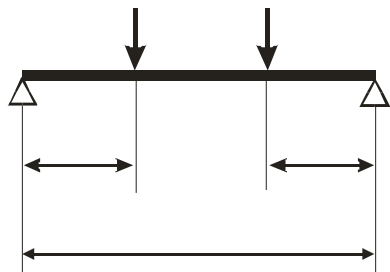
После этого вычисляются значения максимального изгибающего момента  $M_{\max,2}$ , поперечной силы  $Q_{\max,2}$  и прогиба  $f_{\max,2}$  для отдельно взятой дополнительной нагрузки и типа закрепления:



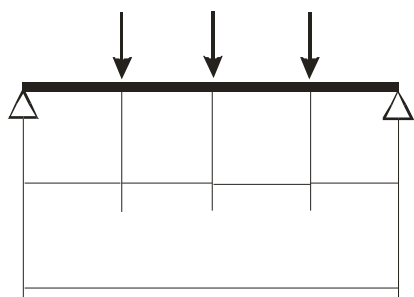
$$Q_{\max,2} = \frac{P_0}{2}, \quad M_{\max,2} = \frac{P_0 L}{4}, \quad f_{\max,2} = \frac{1}{EJ} \cdot \frac{P_0 L^3}{48}.$$



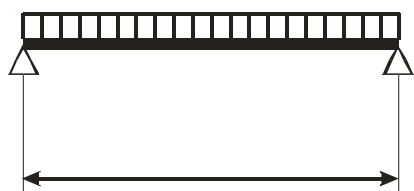
$$Q_{\max,2} = \frac{P_0 \cdot \max\{a, b\}}{L}, \quad M_{\max,2} = \frac{P_0 ab}{L}, \quad f_{\max,2} = \frac{1}{EJ} \cdot \frac{P_0 b}{3L} \left( \frac{a^2 + 2ab}{3} \right)^{\frac{3}{2}}.$$



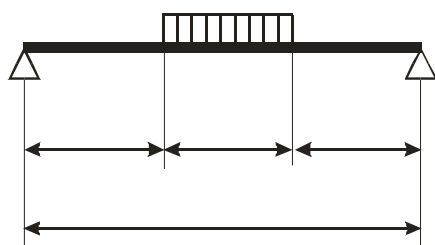
$$Q_{\max,2} = P_0, \quad M_{\max,2} = P_0 a, \quad f_{\max,2} = \frac{1}{EJ} \cdot \frac{P_0 a}{24} (3L^2 - 4a^2).$$



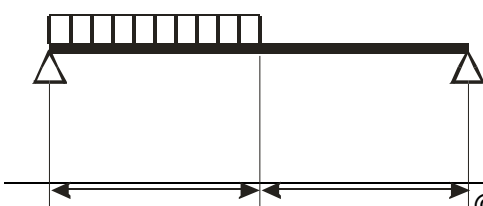
$$Q_{\max,2} = \frac{3P_0}{2}, \quad M_{\max,2} = \frac{P_0 L}{2}, \quad f_{\max,2} = \frac{1}{EJ} \cdot \frac{19P_0 L^3}{384}.$$



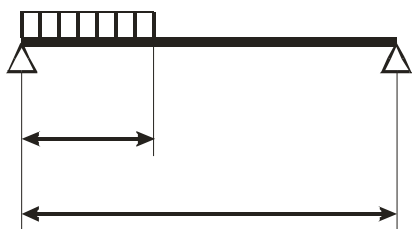
$$Q_{\max,2} = \frac{q_0 L}{2}, \quad M_{\max,2} = \frac{q_0 L^2}{8}, \quad f_{\max,2} = \frac{1}{EJ} \cdot \frac{5q_0 L^4}{384}.$$



$$Q_{\max,2} = \frac{q_0 b}{2}, \quad M_{\max,2} = \frac{q_0}{8} (L^2 - 4a^2), \quad f_{\max,2} = \frac{1}{EJ} \cdot \frac{q_0 L^4}{24} \left( \frac{5}{16} - \frac{3a^2}{2L^2} + \frac{a^4}{L^4} \right).$$



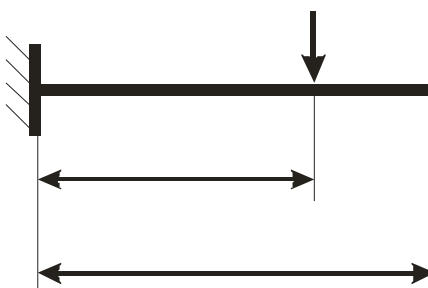
$$Q_{\max,2} = \frac{3q_{\partial}L}{8}, \quad M_{\max,2} = \frac{9}{128}q_{\partial}L^2, \quad f_{\max,2} = \frac{1}{EJ} \cdot \frac{5q_{\partial}L^4}{768}.$$



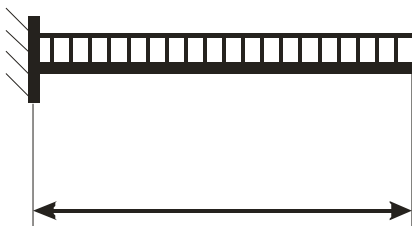
$$Q_{\max,2} = \frac{3q_{\partial}(2L-a)a}{2L}, \quad M_{\max,2} = \frac{q_{\partial}}{8} \left[ \frac{a}{L}(2L-a) \right]^2, \quad f_{\max,2} = \frac{1}{EJ} \cdot \frac{q_{\partial}a^3L}{24} \left( 4 - \frac{3a}{L} \right).$$



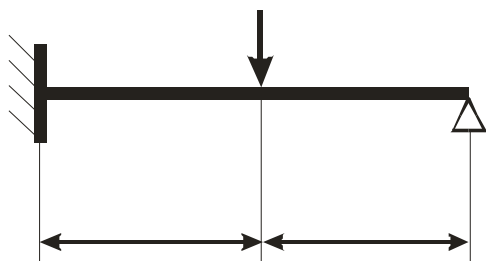
$$Q_{\max,2} = P_{\partial}, \quad M_{\max,2} = P_{\partial}L, \quad f_{\max,2} = \frac{1}{EJ} \cdot \frac{P_{\partial}L^3}{3}.$$



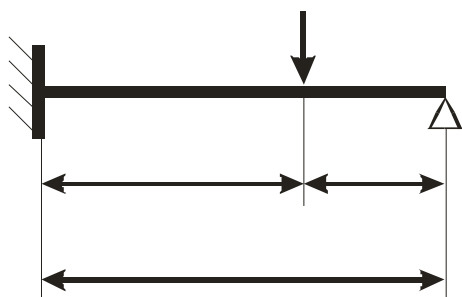
$$Q_{\max,2} = P_{\partial}, \quad M_{\max,2} = P_{\partial}a, \quad f_{\max,2} = \frac{1}{EJ} \cdot \frac{P_{\partial}a^2}{2} \left( L - \frac{a}{3} \right).$$



$$Q_{\max,2} = q_{\partial} \cdot L, \quad M_{\max,2} = \frac{q_{\partial}L^2}{2}, \quad f_{\max,2} = \frac{1}{EJ} \cdot \frac{q_{\partial}L^4}{8}.$$

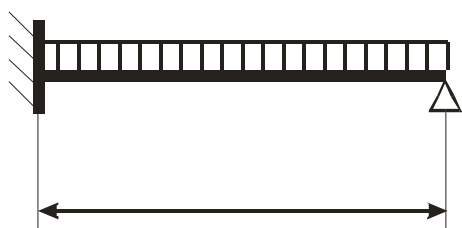


$$Q_{\max,2} = \frac{11P_0}{16}, M_{\max,2} = \frac{3P_0L}{16}, f_{\max,2} = \frac{1}{EJ} \cdot \frac{P_0L^3}{48\sqrt{5}}.$$

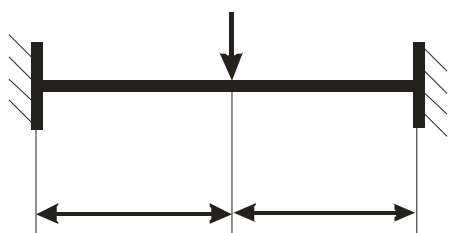


$$Q_{\max,2} = \max\left\{\frac{P_0b}{2L}\left[3 - \left(\frac{b}{L}\right)^2\right], \frac{P_0a^2}{2L^2}\left[3 - \frac{a}{L}\right]\right\}, M_{\max,2} = \frac{P_0ab}{2L^2} \cdot \max\left\{L+b, a \cdot \left(3 - \frac{a}{L}\right)\right\}, f_{\max,2} =$$

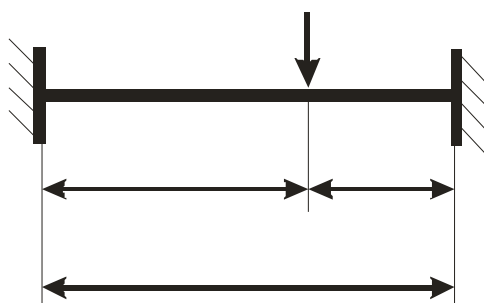
$$\frac{1}{EJ} \cdot \frac{P_0a^3b^2}{12L^3}(4L - a).$$



$$Q_{\max,2} = \frac{5q_0L}{8}, M_{\max,2} = \frac{q_0L^2}{8}, f_{\max,2} = \frac{1}{EJ} \cdot \frac{q_0L^4}{185}.$$

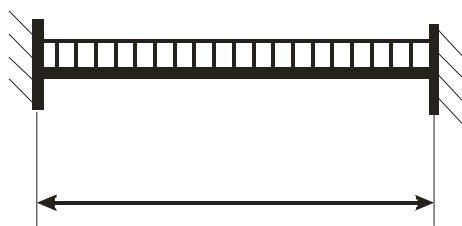


$$Q_{\max,2} = \frac{P_0}{2}, \quad M_{\max,2} = \frac{P_0 L}{8}, \quad f_{\max,2} = \frac{1}{EJ} \cdot \frac{P_0 L^3}{192}.$$



$$Q_{\max,2} = \max\left\{\frac{P_0 b^2}{L^2}\left[1 + 2\frac{a}{L}\right], \frac{P_0 a^2}{L^2}\left[1 + 2\frac{b}{L}\right]\right\},$$

$$M_{\max,2} = \frac{P_0 ab}{L^2} \cdot \max\{a, b\}, \quad f_{\max,2} = \frac{1}{EJ} \cdot \frac{P_0 a^3 b^3}{3L^3}.$$



$$Q_{\max,2} = \frac{q_0 L}{2}, \quad M_{\max,2} = \frac{q_0 L^2}{12}, \quad f_{\max,2} = \frac{1}{EJ} \cdot \frac{q_0 L^4}{384}.$$

После этого максимальная поперечная сила определяется по формуле  $Q_{\max} = Q_{\max,1} + Q_{\max,2}$ , максимальный изгибающий момент  $M_{\max} = M_{\max,1} + M_{\max,2}$ , максимальный прогиб  $f_{\max} = f_{\max,1} + f_{\max,2}$ . Хотя данный метод иногда используется в расчетах, мы не рекомендуем этого делать, так как этот метод не всегда дает точные результаты.

2. Точный расчет. Далее вычисляются эпюра поперечной силы  $Q(x)$ , эпюра изгибающего момента  $M(x)$  и функция деформация балки  $f(x)$  по всей длине балки. Построение эпюры  $Q(x)$ , основывается на следующих свойствах функции  $Q(x)$ :

- если в точке не приложена сосредоточенная нагрузка, то  $\frac{dQ}{dx} = q$ , где  $q$  – распределенная нагрузка;



• если в точке  $x_0$  приложена сосредоточенная нагрузка  $P$ , то в этой точке функция  $Q(x)$  имеет разрыв  $Q(x_0 - 0) - Q(x_0 + 0) = P$ .

Построение эпюры  $M(x)$ , основывается на следующих свойствах функции  $M(x)$ :

- если в точке не приложен изгибающий момент, то  $\frac{dM}{dx} = Q(x)$ ;
- если в точке  $x_0$  приложен изгибающий момент  $M^0$ , то в этой точке функция  $M(x)$  имеет разрыв  $M(x_0 - 0) - M(x_0 + 0) = M^0$ .

Построение функции прогиба  $f(x)$ , основывается на соотношении

$$\frac{d^2 f}{dx^2} = \frac{M(x)}{EJ}.$$

Так как в приложении *СтройРасчеты* рассматривается только постоянная распределенная нагрузка, то из приведенных выше соотношений следует, что функции  $Q(x)$ ,  $M(x)$  и  $f(x)$  будут кусочно-непрерывными, причем на каждом интервале непрерывности каждая из этих функций будет задаваться полиномом. Для функции  $Q(x)$  это будут полиномы степени не выше 1, для функции  $M(x)$  - степени не выше 2, для функции  $f(x)$  - степени не выше 4.

Для построения эпюр функций  $Q(x)$ ,  $M(x)$  и  $f(x)$  также необходимо знать значение функций  $Q(0)$ ,  $M(0)$  и  $f(0)$  на левом конце балки и угол поворота левого конца балки  $\alpha = \frac{df}{dx} \Big|_{x=0}$ .

Методика расчета данных параметров зависит от типа закрепления балки:

1) Свободно опертая балка. Данная балка является статически определимой, поэтому реакцию опоры  $R_A = Q(0)$  в левом конце балки определим из уравнения равновесия балки относительно ее левого конца:  $\sum_i P_i \cdot (L - x_i) +$

$\sum_j q_j \cdot (L - \frac{x_j + x_{j+1}}{2}) + \sum_i M_i - R_A \cdot L = M_B - M_A = 0$ , так как изгибающий момент и в левом ( $M_A$ ), и в правом ( $M_B$ ) конце балки равен нулю.  $M(0) = M_A = 0$ . Значение прогиба балки в левом конце балки  $f(0) = 0$ . Для определения угла поворота в левом конце балки воспользуемся формулой Мора. Эпюра момента при действии на левом конце балки единичного изгибающего

момента задается формулой  $M_1(x) = (1 - \frac{x}{L})$ . По формуле Мора определим

$$\alpha = \int_0^L \frac{M(x) \cdot M_1(x) dx}{EJ}.$$

2) консоль. Данная балка является статически определимой, поэтому реакцию опоры  $R_A = Q(0)$  в левом конце



балки определим из равенства сил, действующих на балку  $\sum_i P_i +$

$\sum_j q_j \cdot (x_{i+1} - x_i) - R_A = 0$ . Изгибающий момент в левом конце балки определим

из уравнения равновесия балки относительно ее левого конца:  $M(0) = M_A = -$

$\sum_i P_i \cdot x_i - \sum_j q_j \cdot (\frac{x_i + x_{i+1}}{2}) + \sum_i M_i$ . Значение прогиба балки в левом конце

балки  $f(0) = 0$ . Угол поворота балки в левом конце  $\alpha = \frac{df}{dx} \big|_{x=0} = 0$ .

3) Балка с одним защемленным и другим свободно опертым концом.



Данная балка является 1 раз статически неопределимой. Для определения изгибающего момента в левом конце балки воспользуемся методом

перемещений. Эюра момента при действии на левом конце балки единичного изгибающего момента задается формулой  $M_1(x) = (1 - \frac{x}{L})$ .

Отсюда  $\delta_{11} = \int_0^L \frac{M_1(x) \cdot M_1(x) dx}{EJ} = \frac{L}{EJ} / 3$ . Пусть  $X_1$  - угол поворота левого конца

свободно опертой балки, нагруженной такой же нагрузкой,  $M^0(x)$  - изгибающий момент в свободно опертой балке, нагруженной рассматриваемой нагрузкой. По формуле Мора определим  $X_1 =$

$\int_0^L \frac{M^0(x) \cdot M_1(x) dx}{EJ}$ . Изгибающий момент в левом конце балки  $M(0) = M_A = -$

$\frac{X_1}{\delta_{11}}$ . Изгибающий момент на правом конце балки  $M_B = 0$ . Реакцию опоры

$R_A = Q(0)$  в левом конце балки определим из уравнения равновесия балки относительно ее левого конца:  $\sum_i P_i \cdot (L - x_i) + \sum_j q_j \cdot (L - \frac{x_i + x_{i+1}}{2}) + \sum_i M_i -$

$R_A \cdot L = M_B - M_A$ . Значение прогиба балки в левом конце балки  $f(0) = 0$ . Угол поворота балки в левом конце  $\alpha = \frac{df}{dx}|_{x=0} = 0$ .

4) Балка с двумя защемленными концами. Данная балка два раза статически неопределима. Для определения



изгибающего момента в левом и правом концах балки воспользуемся методом перемещений. Эпюра момента при действии на левом конце балки единичного изгибающего момента задается формулой  $M_1(x) = (1 - 1,5 \frac{x}{L})$ .

Отсюда  $\delta_{11} = \int_0^L \frac{M_1(x) \cdot M_1(x) dx}{EJ} = \frac{L}{EJ} / 4$ . Пусть  $X_1$  - угол поворота левого конца

свободно опертой балки, нагруженной такой же нагрузкой,  $M^0(x)$  - изгибающий момент в свободно опертой балке, нагруженной рассматриваемой нагрузкой. По формуле Мора определим  $X_1 = \int_0^L \frac{M^0(x) \cdot M_1(x) dx}{EJ}$ . Эпюра момента при действии на правом конце балки

единичного изгибающего момента задается формулой  $M_2(x) = (-0,5 + 1,5 \frac{x}{L})$ .

Отсюда  $\delta_{22} = \int_0^L \frac{M_2(x) \cdot M_2(x) dx}{EJ} = \frac{L}{EJ} / 4$ ,  $\delta_{12} = \delta_{21} = \int_0^L \frac{M_1(x) \cdot M_2(x) dx}{EJ} = -\frac{L}{EJ} / 2$ .

Пусть  $X_2$  - угол поворота правого конца свободно опертой балки, нагруженной рассматриваемой нагрузкой. По формуле Мора определим

$X_2 = \int_0^L \frac{M^0(x) \cdot M_2(x) dx}{EJ}$ . Пусть  $\begin{vmatrix} \delta'_{11} & \delta'_{12} \\ \delta'_{21} & \delta'_{22} \end{vmatrix}$  - матрица обратная  $\begin{vmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} \\ \delta_{21} & \delta_{22} \end{vmatrix}$ .

Изгибающий момент в левом конце балки  $M(0) = M_A = -\delta'_{11}X_1 - \delta'_{12}X_2$ .

Изгибающий момент на правом конце балки  $M_B = -\delta'_{12}X_1 - \delta'_{22}X_2$ . Реакцию опоры  $R_A = Q(0)$  в левом конце балки определим из уравнения равновесия

балки относительно ее левого конца:  $\sum_i P_i \cdot (L - x_i) + \sum_j q_j \cdot (L - \frac{x_i + x_{i+1}}{2}) +$

$\sum_i M_i - R_A \cdot L = M_B - M_A$ . Значение прогиба балки в левом конце балки  $f(0)$

$= 0$ . Угол поворота балки в левом конце  $\alpha = \frac{df}{dx}|_{x=0} = 0$ .

Полностью аналогично определяются эпюра поперечной силы  $Q_{норм}(x)$ , изгибающего момента  $M_{норм}(x)$  и прогиба  $f_{норм}(x)$  от нормативных нагрузок.

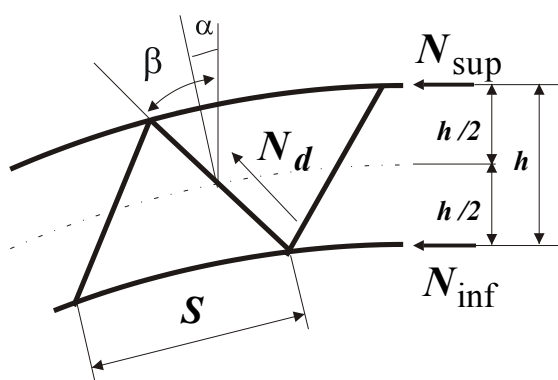
Поиск максимальных по модулю значений изгибающего момента, поперечной силы и прогиба, а также прогиба от нормативных нагрузок ведется обычными средствами поиска экстремума.

Пользователь может настроить параметры отчета по данному расчету. Предусмотрено 3 варианта отчета: полный, включающий в себя все формулы и логику; отчет, включающий в себя только конечные формулы и результаты; отчет, включающий в себя только результаты. Также пользователь может выбрать способ отображения балки в отчете – вертикально или горизонтально. Параметры отчета настраиваются пользователем в окне «Параметры текущего расчета».

### 3.2.8 Расчет арки

Исходными данными для данного расчета являются:

- Тип арки: двухшарнирная или трехшарнирная
- Форма арки: круговая или параболическая
- Длина арки  $L$ .
- Высота арки  $f$ .
- Расстояние между верхним и нижним поясом  $h$ .
- Шаг раскосов  $S$
- Зависимости в виде полиномов изгибающего момента  $M^0(x)$  и поперечной силы  $Q^0(x)$  от расстояния от левого края в свободно опертой балке, загруженной такой же нагрузкой. Данные зависимости являются результатом расчета изгибающего момента и поперечной силы, выполняемого согласно п.3.1.7 настоящего описания.



$$\sqrt{1 - \sin^2 \varphi(x)}.$$

Рассмотрим различные формы арки:

1. Для круговой арки зависимость высоты арки от расстояния от левого шарнира  $y(x) = \max\{0,$

$$\sqrt{\left(\frac{f^2 + \frac{L^2}{4}}{2f}\right)^2 - \left(x - \frac{L}{2}\right)^2},$$

$$\sin \varphi(x) = \frac{\frac{L}{2} - x}{R}, \quad \cos \varphi(x) =$$

2. Для параболической арки зависимость высоты арки от расстояния от

$$\text{левого шарнира } y(x) = f \cdot \left(1 - 4 \frac{\left(x - \frac{L}{2}\right)^2}{L^2}\right), \quad \operatorname{tg} \varphi(x) = y'(x) = -\frac{8f \cdot \left(x - \frac{L}{2}\right)}{L^2},$$

$$\sin \varphi(x) = \frac{\operatorname{tg} \varphi(x)}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi(x)}}, \quad \cos \varphi(x) = \sqrt{1 - \sin^2 \varphi(x)}.$$

Рассмотрим различные типы арки:

$$1. \text{ Двухшарнирная арка. Распор арки } H = \frac{\int_0^L y(x) \cdot M^0(x) \frac{dx}{\cos \varphi(x)}}{\int_0^L y(x)^2 \frac{dx}{\cos \varphi(x)}} \text{ найдем по}$$

методу перемещений, пренебрегая деформациями от продольной силы.

2. Трехшарнирная арка. Вертикальная составляющая реакции опоры на левом конце балки  $R_A = Q^0(0)$ , на правом конце балки  $R_B = Q^0(L)$ . Распор арки  $H$  найдем из равенства нулю суммы моментов относительно шарнира С:  $\sum M_C^{0(np)} - R_B \cdot \frac{L}{2} + H \cdot f = 0$ , где  $\sum M_C^{0(np)}$  - сумма моментов всех внешних сил относительно шарнира С.

Изгибающий момент в арке на расстоянии  $x$  см от ее левого конца:  $M(x) = M^0(x) - H \cdot y(x)$ . Поперечная сила в арке на расстоянии  $x$  см от ее левого конца:  $Q(x) = Q^0(x) \cdot \cos \varphi(x) - H \cdot \sin \varphi(x)$ . Продольная сила в арке на расстоянии  $x$  см от ее левого конца:  $N(x) = -Q^0(x) \cdot \sin \varphi(x) - H \cdot \cos \varphi(x)$ . Усилие в верхнем поясе  $N_{\text{sup}} = \frac{N_x}{2} + \frac{M_x}{h}$ . Усилие в нижнем поясе  $N_{\text{inf}} = \frac{N_x}{2} - \frac{M_x}{h}$ .

Усилие в раскосе  $N_d = \frac{Q(x)}{\cos(\beta - \alpha)}$ . Отсюда найдем значение максимальной

$N_{x,\max}$ , максимального сжимающего и растягивающего усилия в верхнем поясе  $N_{\text{sup},\max}$  и  $N_{\text{sup},\min}$ , нижнем поясе  $N_{\text{inf},\max}$  и  $N_{\text{inf},\min}$ , и раскосе  $N_{d,\max}$  и  $N_{d,\min}$ .

Для полученных значений сжимающего и растягивающего усилий в поясе произведем расчет профиля для пояса арки, используя расчет центрально сжатых сквозных стальных элементов. Данный расчет описан в п.3.2.7. Расчет производится для случая одинаковых профилей для верхнего и нижнего пояса арки. Для полученных значений сжимающего и растягивающего усилий в раскосе произведем расчет профиля для раскоса, используя расчет центрально сжатых и центрально растянутых стальных элементов со сплошным сечением. Данный расчет описан в п.3.2.6.

## 3.2. Расчеты стальных конструкций

### 3.2.1 Расчет гибкости стальных элементов со сплошным сечением

Данный расчет является составной частью расчета центрально-сжатых и центрально-растянутых стальных элементов по предельной гибкости. В данном расчете решается задача определения предельной гибкости элементов. Исходными данными для этого расчета являются:

- Длина элемента  $L$ .
- Плоскости, в которых проверяется гибкость ( $X$ ,  $Y$  или обе плоскости  $X$  и  $Y$ )
- Коэффициенты расчетной длины  $\mu_x$  (в случае проверки гибкости в плоскости  $X$ ) и  $\mu_y$  (в случае проверки гибкости в плоскости  $Y$ ).
- Моменты инерции сечения  $J_x$  (в случае проверки гибкости в плоскости  $X$ ) и  $J_y$  (в случае проверки гибкости в плоскости  $Y$ ).
- Площадь сечения  $A$ .

В зависимости от плоскости, в которой проверяется гибкость, расчет гибкости элемента происходит следующим образом:

○ При проверке гибкости в плоскости  $X$ . Вычисляется проекция радиуса инерции элемента на ось  $X$   $i_x = \sqrt{\frac{J_x}{A}}$ . Далее вычисляется гибкость элемента

относительно оси  $X$   $\lambda_x = \frac{L \cdot \mu_x}{i_x}$ . Для расчета принимается  $\lambda = \lambda_x$ .

○ При проверке гибкости в плоскости  $Y$ . Вычисляется проекция радиуса инерции элемента на ось  $Y$   $i_y = \sqrt{\frac{J_y}{A}}$ . Далее вычисляется гибкость элемента

относительно оси  $Y$   $\lambda_y = \frac{L \cdot \mu_y}{i_y}$ . Для расчета принимается  $\lambda = \lambda_y$ .

○ При проверке гибкости в обеих плоскостях  $X$  и  $Y$ . Вычисляются проекции радиуса инерции элемента на ось  $X$   $i_x = \sqrt{\frac{J_x}{A}}$  и ось  $Y$   $i_y = \sqrt{\frac{J_y}{A}}$ .

Далее вычисляется гибкость элемента относительно оси  $X$   $\lambda_x = \frac{L \cdot \mu_x}{i_x}$  и оси

$Y$   $\lambda_y = \frac{L \cdot \mu_y}{i_y}$ . Для расчета принимается  $\lambda = \max\{\lambda_x, \lambda_y\}$ .

### 3.2.2 Расчет стальных элементов по предельной гибкости

Данный расчет является составной частью расчетов центрально-сжатых, центрально-растянутых и внецентренно сжатых стальных элементов. В данном расчете решается задача сравнения гибкости элемента с предельным значением. Исходными данными для этого расчета являются:

- Гибкость элемента  $\lambda$ , вычисляемая согласно п.3.2.1. настоящего описания.
- Направление действия силы (сжатие или растяжение).
- Значение силы  $N$ .
- Длина элемента  $L$ .
- Площадь сечения  $A$ .
- Коэффициент условий работы  $\gamma_c$ . Данный коэффициент выбирается пользователем по таблице 6\* главы 4 СНиП II-23-81\* в зависимости от элемента конструкции.
- Расчетное сопротивление стали  $R_y$ , выбираемое пользователем в зависимости от марки стали.
- Модуль упругости стали  $E$ .
- Параметры  $a$  и  $b$  расчета предельной гибкости. Данные параметры выбираются пользователем по таблице 19\* п.6.15\* СНиП II-23-81\* для сжатых элементов и по таблице 20\* п.6.16\* СНиП II-23-81\* в зависимости от элемента конструкции. Предельная гибкость элемента  $\lambda_{\max}$  вычисляется по формуле  $\lambda_{\max} = a - b \cdot \alpha$ .

Для расчетного значения гибкости вычисляется условная гибкость элемента  $\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}}$ . В случае если коэффициент расчета предельной гибкости при  $\alpha$  не равен нулю вычисляется параметр  $\alpha$ . Для этого согласно п.5.3. СНиП II-23-81\* вычисляется коэффициент  $\varphi$ . Коэффициент  $\alpha$  вычисляется по формуле  $\alpha = \max\{0,5; \frac{N}{\varphi \cdot A R_y \gamma_c}\}$ , согласно п.6.15\* СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции». Далее для введенных пользователем параметров  $a$  и  $b$  рассчитывается предельная гибкость элемента  $\lambda_{\max} = a - b \cdot \alpha$ . Полученное значение предельной гибкости элемента сравнивается с гибкостью элемента. По результатам сравнения делается вывод о допустимости профиля.

### 3.2.3 Расчет центрально-сжатых и центрально-растянутых стальных элементов на прочность

Данный расчет является составной частью расчета центрально-сжатых и центрально-растянутых стальных элементов со сплошным сечением и расчета центрально-сжатых сквозных стальных элементов. В данном расчете производится проверка сечения элемента на прочность по формуле 5 п.5.1. СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Значение силы  $N$ .
- Площадь сечения  $A$ .
- Площадь ослабления  $A_{осл}$ .
- Коэффициент условий работы  $\gamma_c$ . Данный коэффициент выбирается пользователем по таблице 6\* главы 4 СНиП II-23-81\* в зависимости от элемента конструкции.
- Расчетное сопротивление стали  $R_y$ , выбираемое пользователем в зависимости от марки стали.

Рассчитывается площадь сечения нетто  $A_n = A - A_{осл}$ . В случае если площадь сечения нетто профиля удовлетворяет условию 5 п.5.1. СНиП II-23-81\*, то делается вывод о допустимости профиля, в противном случае профиль считается недопустимым.

### 3.2.4 Расчет центрально-сжатых стальных элементов на устойчивость

Данный расчет является составной частью расчета центрально-сжатых и центрально-растянутых стальных элементов со сплошным сечением и расчета центрально-сжатых сквозных стальных элементов. В данном расчете производится проверка сечения элемента на устойчивость по формуле 7 п.5.3. СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Значение силы  $N$ .
- Площадь сечения (полная)  $A$ .
- Площадь ослабления  $A_{осл}$ .
- Коэффициент условий работы  $\gamma_c$ . Данный коэффициент выбирается пользователем по таблице 6\* главы 4 СНиП II-23-81\* в зависимости от элемента конструкции.
- Расчетное сопротивление стали  $R_y$ , выбираемое пользователем в зависимости от марки стали.



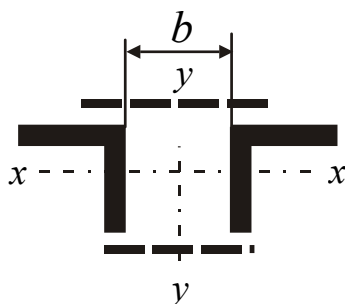
- Гибкость элемента  $\lambda$ , вычисляемая согласно п.3.2.2. настоящего описания для элементов со сплошным сечением и п.3.2.5.

Рассчитывается площадь сечения нетто  $A_n = A - A_{осл}$ . Для полученного значения условной гибкости  $\bar{\lambda}$  согласно п.5.3. СНиП II-23-81\* вычисляется коэффициент  $\varphi$ . В случае если площадь сечения нетто профиля удовлетворяет условию 7 п.5.3. СНиП II-23-81\*  $\frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_y \cdot \gamma_c$ , то делается вывод о допустимости профиля, в противном случае профиль считается недопустимым.

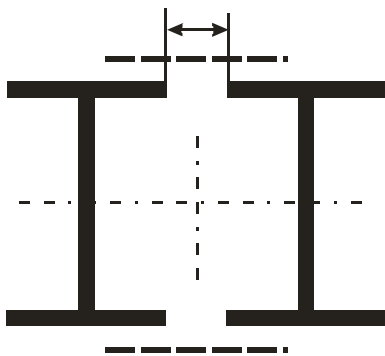
### 3.2.5 Расчет центрально-сжатых сквозных стальных элементов по предельной гибкости

Данный расчет является составной частью расчета центрально-сжатых сквозных стальных элементов. В данном расчете решается задача определения предельной гибкости элементов и сравнения этой гибкости с предельным значением. Исходными данными для этого расчета являются:

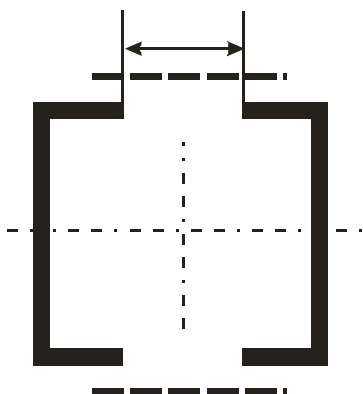
- Направление действия силы (сжатие или растяжение).
- Значение силы  $N$ .
- Длина элемента  $L$ .
- Плоскости, в которых проверяется гибкость ( $X$ ,  $Y$  или обе плоскости  $X$  и  $Y$ )
- Коэффициенты расчетной длины  $\mu_x$  (в случае проверки гибкости в плоскости  $X$ ) и  $\mu_y$  (в случае проверки гибкости в плоскости  $Y$ ).
- Тип сечения. В программе СтройРасчеты рассматриваются 5 типов сечений:



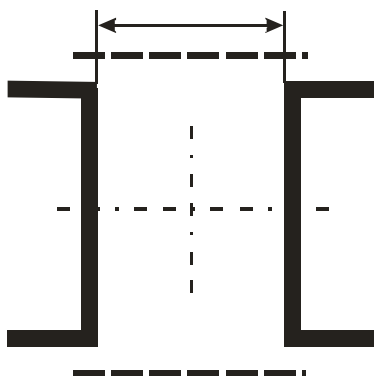
- сечение из двух уголков



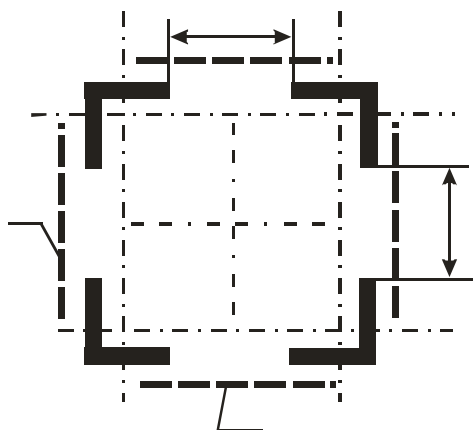
- сечение из двух двутавров



- сечение из двух швеллеров 1

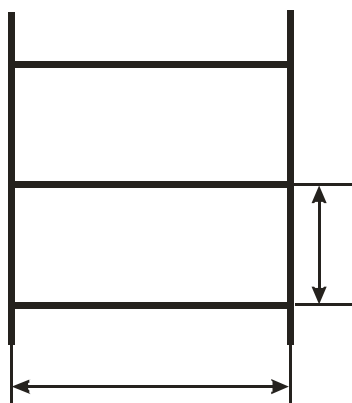


- сечение из двух швеллеров 2

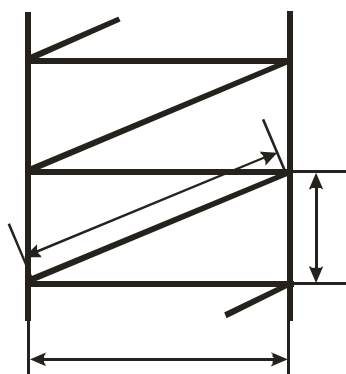


- сечение из четырех уголков

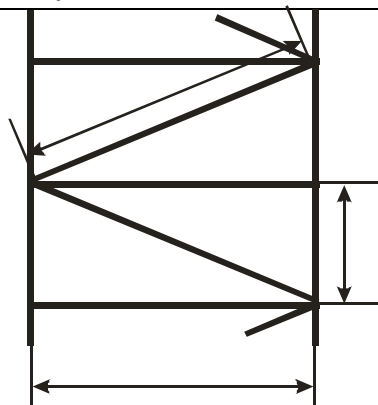
- Тип соединительных элементов. В программе СтройРасчеты рассматриваются 7 типов соединительных элементов:



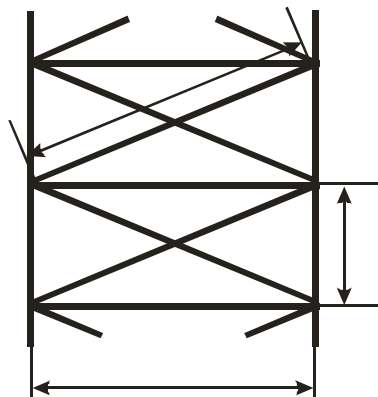
- планки;



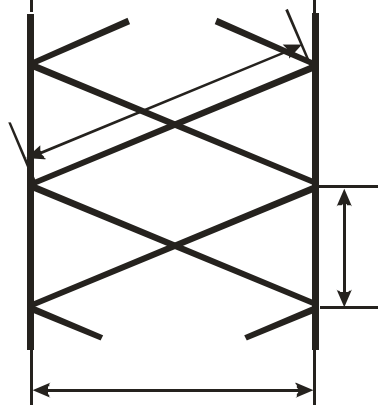
- решетки 1;



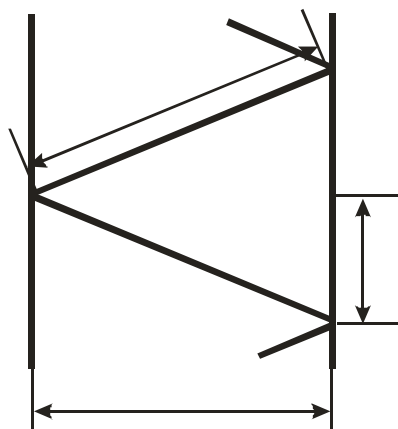
- решетки 2;



- решетки 3;



- решетки 4;



- решетки 5;

- жесткое соединение элементов (отсутствуют решетки).
- Моменты инерции составных элементов сечения  $J_x$  и  $J_y$  (в зависимости от типа сечения и плоскостей, в которых проходит проверка).
- Расстояние между элементами  $b$ .
- Расчетные длины ветвей в различных плоскостях (в зависимости от типа сечения)
- Размеры соединительных элементов.
- Площадь сечения  $A$ .
- Коэффициент условий работы  $\gamma_c$ . Данный коэффициент выбирается пользователем по таблице 6\* главы 4 СНиП II-23-81\* в зависимости от элемента конструкции.
- Расчетное сопротивление стали  $R_y$ , выбираемое пользователем в зависимости от марки стали.
- Модуль упругости стали  $E$ .
- Количество соединительных элементов.
- Параметры  $a$  и  $b$  расчета предельной гибкости. Данные параметры выбираются пользователем по таблице 19\* п.6.15\* СНиП II-23-81\* для сжатых элементов и по таблице 20\* п.6.16\* СНиП II-23-81\* в зависимости от элемента конструкции. Предельная гибкость элемента  $\lambda_{\max}$  вычисляется по формуле  $\lambda_{\max} = a - b \cdot \alpha$ .

В зависимости от плоскости, в которой проверяется гибкость, расчет гибкости происходит следующим образом:

- В каждой из проверяемых плоскостей вычисляется полный момент инерции сквозного стержня  $J_{\text{пол}}$ .
- Для каждой из проверяемых плоскостей вычисляется проекция радиуса инерции сквозного стержня на эту плоскость  $i_{\text{пол}} = \sqrt{\frac{J_{\text{пол}}}{A}}$ .
- Вычисляется гибкость сквозного стержня без учета податливости соединительных элементов в каждой из проверяемых плоскостей  $\lambda_{\text{пол}} = \frac{L \cdot \mu}{i_{\text{пол}}}$ .
- Для каждой из проверяемых плоскостей, в которых имеются соединительные элементы, вычисляется проекция радиуса инерции отдельной ветви стержня на эту плоскость  $i_b = \sqrt{\frac{J_b}{A_b}}$ .

○ Вычисляется гибкость отдельной ветви стержня в каждой из проверяемых плоскостей, в которых имеются соединительные элементы  $\lambda_b = \frac{L_b \cdot \mu_b}{i_b}$ .

○ Для сквозного стержня с соединительными элементами планками вычисляется коэффициент  $n = \frac{J_b \cdot b}{J_s \cdot l_b}$ , а для стержня с соединительными элементами решетками вычисляется коэффициент  $\alpha$  по таблице 13 пособия по проектированию стальных конструкций к СНиП II – 23 – 81\*.

○ В каждой из проверяемых плоскостей вычисляется приведенная гибкость  $\lambda_{np}$ , учитывающая влияние податливости соединительных элементов. Приведенная гибкость вычисляется по таблице 13 пособия по проектированию стальных конструкций к СНиП II – 23 – 81\*. Для сквозных стержней, в которых в рассматриваемой плоскости отсутствуют соединительные элементы принимается  $\lambda_{np} = \lambda_{пол}$ .

○ В случае расчета в двух плоскостях для расчета по предельной гибкости принимается значение  $\lambda = \max\{\lambda_{np,x}, \lambda_{np,y}\}$ . В противном случае принимается  $\lambda = \lambda_{np}$ .

○ Для расчетного значения  $\lambda$  производится расчет по предельной гибкости согласно п.3.2.2.

○ Для каждой из проверяемых плоскостей, в которых имеются соединительные элементы, вычисляется предельное значение  $\lambda_{b,max}$  гибкости отдельной ветви согласно п. 5.6. СНиП II – 23 – 81\*.

○ В каждой из проверяемых плоскостей, в которых имеются соединительные элементы, значение гибкости отдельной ветви  $\lambda_b$  сравнивается с предельным значением  $\lambda_{b,max}$ .

### 3.2.6 Расчет центрально-сжатых стальных элементов со сплошным сечением

Исходными данными для этого расчета являются:

- Направление действия силы (сжатие или растяжение).
- Результат расчета стальных элементов со сплошным сечением по предельной гибкости согласно п.3.2.1 данного описания.
- Результат расчета стальных элементов со сплошным сечением на прочность согласно п.3.2.2 данного описания.
- Результат расчета центрально-сжатых стальных элементов со сплошным сечением на устойчивость согласно п.3.2.3 данного описания.

В случае силы растяжения элемент считается допустимым, если он является допустимым по результатам расчета стальных элементов со сплошным сечением по предельной гибкости и на прочность.

В случае силы сжатия элемент считается допустимым, если он является допустимым по результатам расчета стальных элементов со сплошным сечением по предельной гибкости, на прочность и устойчивость.

Кроме расчета элемента в ПО «СтройРасчеты» реализован автоматический подбор элемента, удовлетворяющего данному расчету и обладающим минимальным значением выбранного параметра. Параметр, по которому производится поиск оптимального профиля, задается в окне **Параметры текущего расчета**. Для того чтобы открыть это окно, выберите пункт меню **Расчет->Параметры текущего расчета**. Подбор профиля производится либо при каждом перерасчете, либо только при выборе пользователем пункта меню **Расчет -> Подобрать оптимальный профиль**. Способ подбора профиля выбирается пользователем в окне «Общие параметры».

### 3.2.7 Расчет центрально-сжатых сквозных элементов

Исходными данными для этого расчета является:

- Результат расчета стальных сквозных элементов по предельной гибкости согласно п.3.2.6 данного описания.
- Результат расчета стальных элементов на прочность согласно п.3.2.2 данного описания.
- Результат расчета центрально-сжатых стальных элементов на устойчивость согласно п.3.2.3 данного описания.

Элемент считается допустимым, если он является допустимым по результатам расчета стальных элементов по предельной гибкости, на прочность и устойчивость.

Кроме расчета элемента в ПО «СтройРасчеты» реализован автоматический подбор элемента, удовлетворяющего данному расчету и обладающим минимальным значением выбранного параметра. Параметр, по которому производится поиск оптимального профиля, задается в окне **Параметры текущего расчета**. Для того чтобы открыть это окно, выберите пункт меню **Расчет->Параметры текущего расчета**. Подбор профиля производится либо при каждом перерасчете, либо только при выборе пользователем пункта меню **Расчет -> Подобрать оптимальный профиль**. Способ подбора профиля выбирается пользователем в окне «Общие параметры».

### 3.2.8 Расчет изгибаемых стальных элементов на прочность

Данный расчет является составной частью расчета изгибаемых стальных элементов и производится в соответствии со СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Плоскость изгиба ( $X$  или  $Y$ ).
- Значение максимального изгибающего момента  $M$ , которое является результатом расчета изгибающего момента, прогиба и поперечной силы согласно п.3.1.7.
- Момент сопротивления профиля в плоскости изгиба  $W$ .
- Коэффициент условий работы  $\gamma_c$ . Данный коэффициент выбирается пользователем по таблице 6\* главы 4 СНиП II-23-81\* в зависимости от элемента конструкции.
- Расчетное сопротивление стали  $R_y$ , выбираемое пользователем в зависимости от марки стали.

Профиль считается допустимым, если выполняется условие 28 из пункта

$$5.12: \frac{M}{W \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1.$$

### 3.2.9 Расчет изгибаемых и внецентренно сжатых в плоскости $X$ стальных элементов на касательные напряжения

Данный расчет является составной частью расчетов изгибаемых и внецентренно сжатых стальных элементов и производится в соответствии со СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции». Данный расчет производится только в случае, если плоскостью изгиба является плоскость  $X$ . Исходными данными для этого расчета являются:

- Значение максимальной поперечной силы  $Q$ , которое является результатом расчета изгибающего момента, прогиба и поперечной силы согласно п.3.1.7.
- Статический момент сдвигаемой части профиля в плоскости  $X$   $S_x$ .
- Момент инерции сечения профиля  $J_x$ .
- Толщина полки профиля  $t$ .
- Наличие ослабления.
- Шаг отверстий  $a$ .
- Диаметр отверстий  $d$ .
- Расчетное сопротивление стали  $R_y$ , выбираемое пользователем в зависимости от марки стали.



- Коэффициент условий работы  $\gamma_c$ . Данный коэффициент выбирается пользователем по таблице 6\* главы 4 СНиП II-23-81\* в зависимости от элемента конструкции.

Расчет производится следующим образом. Согласно таблице 1\* определяется расчетное сопротивление стали сдвигу  $R_s = 0,58 \cdot R_y$ . При наличии ослабления стенки отверстиями для болтов значения по формуле 30 п.5.12 вычисляется поправочный коэффициент  $\alpha = \frac{a}{a-d}$ , при отсутствии ослабления коэффициент  $\alpha = 1$ . Профиль считается допустимым, если выполняется условие 29 из пункта 5.12:  $\tau_{\max} = \alpha \frac{Q_{\max} \cdot S_x}{J_x \cdot t} \leq R_s \cdot \gamma_c$ .

### 3.2.10 Расчет изгибаемых и внецентренно сжатых стальных элементов по предельному прогибу

Данный расчет является составной частью расчета изгибаемых стальных элементов и производится в соответствии со СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Значение максимальной предельного прогиба  $f$ , которое является результатом расчета изгибающего момента, прогиба и поперечной силы согласно п.3.1.7.

- Длина элемента  $L$ .
- Предельный прогиб элемента.

Профиль считается допустимым, если относительный прогиб элемента  $\frac{f}{L}$  не превосходит предельного прогиба элемента.

### 3.2.11 Расчет изгибаемых в плоскости X стальных балок двутаврового сечения на устойчивость

Данный расчет является составной частью расчета изгибаемых стальных элементов. Данный расчет производится в соответствии со СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции» только для балок двутаврового сечения, изгибаемых в плоскости X. Исходными данными для этого расчета являются:

- Значение максимального изгибающего момента  $M$ , которое является результатом расчета изгибающего момента, прогиба и поперечной силы согласно п.3.1.7.

- Расчетное сопротивление стали  $R_y$ , выбираемое пользователем в зависимости от марки стали.

• Коэффициент условий работы  $\gamma_c$ . Данный коэффициент выбирается пользователем по таблице 6\* главы 4 СНиП II-23-81\* в зависимости от элемента конструкции.

- Момент сопротивления профиля в плоскости изгиба  $W$ .
- Толщина полки двутавра  $t$ .
- Ширина полки двутавра  $b$ .
- Ширина стенки двутавра  $s$ .
- Высота сечения двутавра  $h$ .
- Количество закрепленных концов балки.
- Вид нагрузки в пролете.
- Нагруженный пояс.

Данный расчет производится следующим образом. Определяется момент инерции балки при кручении  $J_t = 0,433 \cdot (h \cdot t^3 + b \cdot s^3)$ . По формуле 175

приложения 7\* определяется коэффициент  $\alpha = 1,54 \frac{J_t}{J_y} \left( \frac{L \cdot \mu}{h} \right)^2$ . По таблице 77

вычисляется коэффициент  $\psi$ . По формуле 174 определим коэффициент

$\varphi_1 = \psi \frac{J_y}{J_x} \left( \frac{h}{L \cdot \mu} \right)^2 \frac{E}{R_y}$ . Согласно п.1\* приложения 7\* определим коэффициент

$\varphi_b$ . Профиль считается допустимым, если выполняется условие 34 п.5.15

$$\frac{M}{\varphi_b \cdot W_x \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1.$$

### 3.2.12 Расчет изгибаемых в плоскости X балок двутаврового сечения на местное напряжение

Данный расчет является составной частью расчета изгибаемых стальных элементов. Данный расчет производится в соответствии со СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции» только для балок двутаврового сечения, изгибаемых в плоскости X. Исходными данными для этого расчета являются:

• Максимальная нагрузка, приложенная к верхнему поясу балки  $F$ , определяемая на основании сбора нагрузок на балку, задаваемого для расчета изгибающего момента, прогиба и поперечной силы согласно п.3.1.7.

- Толщина полки двутавра  $t$ .
- Условная длина распределения нагрузки  $L_{ef}$ .

• Расчетное сопротивление стали  $R_y$ , выбираемое пользователем в зависимости от марки стали.

- Коэффициент условий работы  $\gamma_c$ . Данный коэффициент выбирается пользователем по таблице 6\* главы 4 СНиП II-23-81\* в зависимости от элемента конструкции.

Профиль считается допустимым, если выполняется условие 31 из п. 5.13:

$$\sigma_{loc} = \frac{F}{t \cdot l_{ef}} \leq R_y \cdot \gamma_c.$$

### 3.2.13 Расчет изгибаемых стальных элементов

Исходными данными для этого расчета является:

- Результат расчета изгибаемых стальных элементов на прочность согласно п.3.2.8 данного описания.
- Для элементов, изгибаемых в плоскости  $X$  - результат расчета изгибаемых в плоскости  $X$  стальных элементов на касательные напряжения согласно п.3.2.9 данного описания.
- Результат расчета изгибаемых стальных элементов по предельному прогибу согласно п.3.2.10 данного описания.
- Для элементов двутаврового сечения, изгибаемых в плоскости  $X$  - результат расчета изгибаемых в плоскости  $X$  стальных элементов двутаврового сечения на устойчивость согласно п.3.2.11. данного описания.
- Для элементов двутаврового сечения, изгибаемых в плоскости  $X$  - результат расчета изгибаемых в плоскости  $X$  стальных элементов двутаврового сечения на местное напряжение согласно п.3.2.12. данного описания.

Элемент считается допустимым, если он является допустимым по результатам всех расчетов, перечисленных выше.

Кроме расчета элемента в ПО «СтройРасчеты» реализован автоматический подбор элемента, удовлетворяющего данному расчету и обладающим минимальным значением выбранного параметра. Параметр, по которому производится поиск оптимального профиля, задается в окне **Параметры текущего расчета**. Для того чтобы открыть это окно, выберите пункт меню **Расчет->Параметры текущего расчета**. Подбор профиля производится либо при каждом перерасчете, либо только при выборе пользователем пункта меню **Расчет -> Подобрать оптимальный профиль**. Способ подбора профиля выбирается пользователем в окне «Общие параметры».

### 3.2.14 Расчет внецентренно сжатых стальных балок двутаврового сечения и швеллеров на прочность

Данный расчет является составной частью расчета внецентренно сжатых стальных элементов и производится в соответствии со СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Плоскость изгиба ( $X$  или  $Y$ ).
- Значение максимального изгибающего момента в плоскости изгиба  $M$ , которое является результатом расчета изгибающего момента, прогиба и поперечной силы согласно п.3.1.7.
- Момент сопротивления профиля в плоскости изгиба  $W$ .
- Коэффициент условий работы  $\gamma_c$ . Данный коэффициент выбирается пользователем по таблице 6\* главы 4 СНиП II-23-81\* в зависимости от элемента конструкции.
- Расчетное сопротивление стали  $R_y$ , выбираемое пользователем в зависимости от марки стали.
- Продольная сила  $N$ .
- Тип профиля (двутавр или швеллер).
- Площадь сечения  $A$ .
- Ширина полки  $b$ .
- Ширина стенки  $s$ .
- Высота сечения  $h$ .
- Толщина полки  $t$ .

Определим  $A_w/A_w = \frac{b \cdot s}{t \cdot (h - 2s)}$ . По приложению 5 СНиП II-23-81\*

определим коэффициенты  $c_x$  и  $n$ . Профиль считается допустимым, если выполняется условие 49 из пункта 5.25\*:

$$\left( \frac{N}{A \cdot R_y \cdot \gamma_c} \right)^n + \frac{M}{c_x \cdot W \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1.$$

### 3.2.15 Расчет приведенного эксцентриситета внецентренно сжатых стальных балок

Данный расчет является составной частью расчета внецентренно сжатых стальных элементов и производится в соответствии со СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Плоскость изгиба ( $X$  или  $Y$ ).
- Значение максимального изгибающего момента в плоскости изгиба  $M$ , которое является результатом расчета изгибающего момента, прогиба и поперечной силы согласно п.3.1.7.

- Момент сопротивления профиля в плоскости изгиба  $W$ .
- Продольная сила  $N$ .
- Тип профиля.
- Площадь сечения  $A$ .
- Ширина полки  $b$ .
- Ширина стенки  $s$ .
- Высота сечения  $h$ .
- Толщина полки  $t$ .
- Расчетное сопротивление стали  $R_y$ , выбираемое пользователем в зависимости от марки стали.
- Модуль упругости стали  $E$ .
- Гибкость элемента  $\lambda$ , вычисляемая согласно п.3.2.1. настоящего описания.

Вычисляется условная гибкость элемента  $\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}}$ . Относительный эксцентриситет  $m = \frac{M \cdot A_n}{N \cdot W}$ . Определим  $A_n/A_w = \frac{b \cdot s}{t \cdot (h - 2s)}$ . По таблице 73 находим коэффициент  $\eta$ . Приведенный относительный эксцентриситет  $m_{ef} = \eta \cdot m$ .

### 3.2.16 Расчет внецентренно сжатых стальных балок на устойчивость

Данный расчет является составной частью расчета внецентренно сжатых стальных элементов и производится в соответствии со СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Продольная сила  $N$ .
- Значение приведенного эксцентриситета  $m_{ef}$ , вычисляемое согласно п.3.2.15 настоящего описания.
- Коэффициент условий работы  $\gamma_c$ . Данный коэффициент выбирается пользователем по таблице 6\* главы 4 СНиП II-23-81\* в зависимости от элемента конструкции.
- Расчетное сопротивление стали  $R_y$ , выбираемое пользователем в зависимости от марки стали. Модуль упругости стали  $E$ .
- Площадь сечения  $A$ .
- Гибкость элемента  $\lambda$ , вычисляемая согласно п.3.2.1. настоящего описания.

Согласно п. 5.27 проверяется условие  $m_{ef} \leq 20$ . Если оно не выполняется, то расчет на устойчивость производится как для изгибаемых

элементов согласно п.3.2.11 настоящего описания. Если условие выполняется, то расчет производится следующим образом. Вычисляется условная гибкость элемента  $\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}}$ . Для полученного значения условной гибкости  $\bar{\lambda}$  согласно п.5.3. СНиП II-23-81\* вычисляется коэффициент  $\varphi$ . По таблице 74, с учетом примечания 2, находим коэффициент  $\varphi_e$ . Профиль считается допустимым, если выполняется условие 51 из пункта 5.27\*:

$$\frac{N}{\varphi_e \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1.$$

### 3.2.17 Расчет внецентренно сжатых стальных элементов

Исходными данными для этого расчета является:

- Результат расчета стальных элементов по предельной гибкости согласно п.3.2.2.
- Результат расчета внецентренно сжатых стальных элементов на прочность согласно п.3.2.14 данного описания.
- Для элементов, изгибаемых в плоскости  $X$  - результат расчета изгибаемых в плоскости  $X$  стальных элементов на касательные напряжения согласно п.3.2.9 данного описания.
- Результат расчета изгибаемых стальных элементов по предельному прогибу согласно п.3.2.10 данного описания.
- Для элементов, изгибаемых в плоскости  $X$  - результат расчета внецентренно сжатых стальных элементов на устойчивость согласно п.3.2.16 настоящего описания.

Элемент считается допустимым, если он является допустимым по результатам всех расчетов, перечисленных выше.

Кроме расчета элемента в ПО «СтройРасчеты» реализован автоматический подбор элемента, удовлетворяющего данному расчету и обладающим минимальным значением выбранного параметра. Параметр, по которому производится поиск оптимального профиля, задается в окне **Параметры текущего расчета**. Для того чтобы открыть это окно, выберите пункт меню **Расчет->Параметры текущего расчета**. Подбор профиля производится либо при каждом перерасчете, либо только при выборе пользователем пункта меню **Расчет -> Подобрать оптимальный профиль**. Способ подбора профиля выбирается пользователем в окне «Общие параметры».

### 3.2.18 Расчет болтовых соединений

Исходными данными для этого расчета являются:

- Продольная сила  $N$ , действующая на болт.
- Диаметр болта  $d$ .
- Класс точности болтов (А, В, С).
- Класс прочности болтов (4.6 – 5.8).
- Наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении  $S$ .
- Число расчетных срезов одного болта  $n_s$ .
- Коэффициент запаса  $\gamma_f$ .
- Коэффициент условий работы  $\gamma_c$ .
- Коэффициент условий работы соединения  $\gamma_b$ .
- Расчетное сопротивление стали болтов  $R_{un}$ .
- Площадь сечения болта нетто  $A_{bn}$ . Данная величина вводится пользователем в случае, если диаметр болта  $d$  менее 16 мм или более 48 мм. В противном случае  $A_{bn}$  определяется по таблице 62\* приложения 2 к СНиП II-23-81\*.

Данный расчет производится на основании СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции» следующим образом. Для выбранной марки стали определим по таблице 51\* приложения 1 к СНиП II-23-81\*. По формуле  $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$  вычисляется площадь сечения болта по таблице 58\* приложения 2 определяется расчетное сопротивление болтов срезу  $R_{bs}$ . По формуле 127 определим максимальное расчетное усилие на срез, воспринимаемое одним болтом  $N_{bs} = R_{bs} \cdot \gamma_b \cdot A \cdot n_s$ . По таблице 5\* определим расчетное сопротивление болтов смятию  $R_{bp} = (0,6 + 410 \cdot \frac{R_{un}}{E}) \cdot R_{un}$ . По формуле 128 определим максимальное расчетное усилие на смятие, воспринимаемое одним болтом  $N_{bp} = R_{bp} \cdot \gamma_b \cdot d \cdot S$ . По таблице 58\* приложения 2 определим расчетное сопротивление болтов растяжению  $R_{bt}$ . По формуле 129 определим максимальное расчетное усилие на растяжение, воспринимаемое одним болтом  $N_{bt} = R_{bs} \cdot A_{bn}$ . Далее определим минимальное расчетное усилие, воспринимаемое одним болтом  $N_{\min} = \min\{N_{bs}, N_{bp}, N_{bt}\}$ . По формуле 130 определим минимальное количество болтов в соединении

$$n_{\min} = \frac{N \cdot \gamma_f}{\gamma_c \cdot N_{\min}}$$





### 3.3. Расчеты бетонных и железобетонных конструкций

#### 3.2.14 Расчет коэффициента условий работы бетона

Данный расчет является составной частью расчета изгибаемых и внецентренно сжатых бетонных и железобетонных элементов и производится в соответствии со СНиП 2.03.01-84\* «Бетонные и железобетонные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Перечень учитываемых в расчете коэффициентов  $\gamma_{b1}$  -  $\gamma_{b12}$ . Данный перечень задается в окне «Параметры текущего расчета».
- Состояние бетона по влажности: естественной влажности или водонасыщенный. Данный параметр необходим, если учитывается коэффициент  $\gamma_{b1}$ .
- Коэффициент асимметрии цикла многократно повторяющейся нагрузки  $\rho_b = 1$ . Данный параметр необходим, если учитывается коэффициент  $\gamma_{b1}$ .
- Коэффициент  $\gamma_{b2}$ , в случае если пользователь желает вводить данный коэффициент. Способ получения коэффициента  $\gamma_{b2}$  (ввод или расчет) задается во вкладке «Бетонные и железобетонные конструкции» диалога «Общие параметры».
- Попеременное замораживание и оттаивание: в водонасыщенном состоянии или в условиях эпизодического водонасыщения. Данный параметр необходим, если учитывается коэффициент  $\gamma_{b6}$ .
- Диапазон расчетной зимней температуры наружного воздуха согласно табл.17 СНиП. Данный параметр необходим, если учитывается коэффициент  $\gamma_{b6}$ .
- Влажность ячеистого бетона в %. Данный параметр необходим, если учитывается коэффициент  $\gamma_{b11}$  и элемент сделан из ячеистого бетона.

Значения коэффициентов  $\gamma_{b1}$  -  $\gamma_{b12}$  определяются по таблице 15 СНиП. Согласно табл.15 расчетное значение коэффициента условий работы  $\gamma_b$  равно произведению учитываемых коэффициентов  $\gamma_{b1}$  -  $\gamma_{b12}$ , но не менее 0,45.

#### 3.2.15 Вычисление расчетного изгибающего момента и продольной силы для изгибаемых и внецентренно сжатых бетонных и железобетонных элементов

Данный расчет в соответствии со СНиП 2.03.01-84\* «Бетонные и железобетонные конструкции» и "Пособием по проектированию бетонных и

железобетонных конструкций из тяжелого и легкого бетона без предварительного напряжения арматуры" (к СНиП 2.03.01-84\*). Исходными данными для этого расчета являются:

- Значение максимального изгибающего момента от постоянных и длительных нагрузок  $M_l$ , которое определяется согласно п.3.1.7 настоящего описания.
- Значение максимального изгибающего момента от непродолжительных нагрузок  $M_{sh}$ , которое определяется согласно п.3.1.7 настоящего описания.
- Продольная постоянная нагрузка  $N_l$ . Если рассматривается расчет изгибаемых элементов, то  $N_l = 0$ .
- Продольная непродолжительная нагрузка  $N_{sh}$ . Если рассматривается расчет изгибаемых элементов, то  $N_{sh} = 0$ .
- Производить расчет для всех нагрузок или только для продолжительных нагрузок (если не выполняется условие 1 из п.3.1 Пособия).

$$M_{ll} = M_l + N_l \cdot \frac{h}{2}, \quad M_1 = M_{ll} + M_{sh} + N_{sh} \cdot \frac{h}{2}. \quad \text{Проверим условие 1 из п.3.1}$$

Пособия. Если  $0,82 \cdot M_1 < M_{ll}$ , то расчет производим для всех нагрузок. В противном случае выбор нагрузок (продолжительных или всех), для которых производить расчет, предоставляется пользователю. Если расчет производится для всех нагрузок, то расчетное значение изгибающего момента  $M = M_l + M_{sh}$ , продольной силы  $N = N_l + N_{sh}$ . Если расчет производится для продолжительных нагрузок, то расчетное значение изгибающего момента  $M = M_l$ , продольной силы  $N = N_l$ .

### 3.2.16 Расчет изгибаемых бетонных элементов

Данный расчет в соответствии со СНиП 2.03.01-84\* «Бетонные и железобетонные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Расчетное значение изгибающего момента  $M$ , определяемое согласно п.3.3.2 настоящего описания.
- Расчетное значение продольной силы  $N$ , определяемое согласно п.3.3.2 настоящего описания.
- Плотность бетона  $\rho$  (определяется в окне «Общие параметры»).
- Тип бетона.
- Класс бетона.

- Коэффициент условий работы бетона  $\gamma_b$ , рассчитываемый согласно п.3.3.1 настоящего описания.

- Ширина сечения  $b$ .
- Высота сечения  $h$ .

По таблице 13 определим сопротивление бетона осевому растяжению  $R_{bt,маб}$ . Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению с учетом коэффициентов условий работы  $R_{bt} = R_{bt,маб} \cdot \gamma_b$ .

Согласно п.3.5 для данного типа бетона определим коэффициент  $\alpha$ . По формуле (24) определим момент инерции сечения для крайнего растянутого волокна  $W_{pl} = \frac{b \cdot h^2}{3,5}$ . Сечение считается допустимым, если выполняется условие 23 из пункта 3.8:  $M < \alpha \cdot R_{bt} \cdot W_{pl}$ .

### 3.2.17 Расчет внецентренно сжатых бетонных элементов на критическую силу

Данный расчет является составной частью расчета бетонных элементов и производится в соответствии со СНиП 2.03.01-84\* «Бетонные и железобетонные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Длина элемента  $L$ .
- Расчетное значение изгибающего момента  $M$ , определяемое согласно п.3.3.2 настоящего описания.
- Расчетное значение продольной силы  $N$ , определяемое согласно п.3.3.2 настоящего описания.
- Тип бетона.
- Класс бетона.
- Коэффициент условий работы бетона  $\gamma_b$ , рассчитываемый согласно п.3.3.1 настоящего описания.
- Ширина сечения  $b$ .
- Высота сечения  $h$ .
- Минимальное значение случайного эксцентриситета  $e_{a,min}$ , вводимое пользователем с учетом п.3.3 *Пособия*. Ввод осуществляется через окно «Параметры текущего расчета».

По таблице 13 определим сопротивление бетона осевому растяжению  $R_{bt,маб}$ . Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению с учетом коэффициентов условий работы  $R_{bt} = R_{bt,маб} \cdot \gamma_b$ .

По таблице 31 СНиП определим коэффициент расчетной длины  $\mu$ .

Согласно п.3.2 СНиП случайный эксцентриситет  $e_a = \max\left\{\frac{L}{600}, \frac{h}{30}, e_{a,\min}\right\}$ .  $e_{0N} = \frac{M}{N}$ .  $e_0 = e_{0N} + e_a$ . Согласно п.3.6 СНиП вычислим  $\delta_{e,\min} = 0,5 - 0,01 \frac{L \cdot \mu}{h} - 0,001 R_b$ .  $\delta_e = \max\left\{\frac{e_0}{h}, \delta_{e,\min}\right\} = 0,30$ . По таблице 30 СНиП определим  $\beta$ . По формуле (21) СНиП  $\varphi_l = 1 + \beta \cdot \frac{M_{1l}}{M_1}$ . Момент инерции бетонного сечения  $I = \frac{b \cdot h^3}{12}$ . По табл. 18 СНиП модуль упругости бетона  $E_b$ . Вычислим критическую силу по формуле 20 СНиП:  $N_{cr} = \frac{6,4 \cdot E_b \cdot I}{(L \cdot \mu)^2 \cdot \varphi_l} \left( \frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right)$ .

Сечение считается допустимым, если приложенная нагрузка не превышает критическую силу:  $N \leq N_{cr}$ .

### 3.2.18 Расчет внецентренно сжатых бетонных элементов

Данный расчет производится в соответствии со СНиП 2.03.01-84\* «Бетонные и железобетонные конструкции» и "Пособием по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого и легкого бетона без предварительного напряжения арматуры" (к СНиП 2.03.01-84\*). Исходными данными для этого расчета являются:

- Длина элемента  $L$ .
- Расчетное значение изгибающего момента  $M$ , определяемое согласно п.3.3.2 настоящего описания.
- Расчетное значение продольной силы  $N$ , определяемое согласно п.3.3.2 настоящего описания.
- Коэффициент условий работы бетона  $\gamma_b$ , рассчитываемый согласно п.3.3.1 настоящего описания.
- Тип бетона.
- Класс бетона.
- Ширина сечения  $b$ .
- Высота сечения  $h$ .
- Результат расчета элемента на критическую силу согласно п.3.3.4 настоящего описания.
- Значение критической силы  $N_{cr}$ , вычисляемое согласно п.3.3.4, если  $\frac{L \cdot \mu}{i} > 14$ .

- Минимальное значение случайного эксцентриситета  $e_{a,\min}$ , вводимое пользователем с учетом п.3.3 *Пособия*. Ввод осуществляется через окно «Параметры текущего расчета».

По таблице 13 определим сопротивление бетона осевому растяжению  $R_{bt,maб}$ . Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению с учетом коэффициентов условий работы  $R_{bt} = R_{bt,maб} \cdot \gamma_b$ .

Определим согласно п. 3.5 *СНиП* коэффициент  $\alpha$ . По таблице 31 *СНиП* определим коэффициент расчетной длины  $\mu$ . Согласно п.3.2 *СНиП*

случайный эксцентриситет  $e_a = \max\left\{\frac{L}{600}, \frac{h}{30}, e_{a,\min}\right\}$ .  $e_{0N} = \frac{M}{N}$ .  $e_0 = e_{0N} + e_a$ .

Согласно п.3.3 если  $\frac{L \cdot \mu}{h} > \frac{14}{\sqrt{12}} \approx 4$ , что равносильно  $\frac{L \cdot \mu}{i} > 14$ , то расчет

необходимо производить с учетом прогиба элемента, т.е. с учетом коэффициента  $\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}}$ , вычисляемого по формуле 19 *СНиП*. В противном

случае  $\eta = 1$ . По формуле (13) п. 3.5 *СНиП* площадь сжатой зоны бетона  $A_b = bh \cdot \left(1 - \frac{2e_0}{h} \cdot \eta\right)$ . Сечение считается допустимым по прочности, если выполняется условие 12 п. 3.5:  $N \leq \alpha \cdot R_b \cdot A_b$ .

### 3.2.19 Расчет изгибаемых железобетонных элементов прямоугольного сечения без предварительного напряжения арматуры

Данный расчет производится в соответствии со СНиП 2.03.01-84\* «Бетонные и железобетонные конструкции» и "Пособием по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого и легкого бетона без предварительного напряжения арматуры". Исходными данными для этого расчета являются:

- Расчетное значение изгибающего момента  $M$ , определяемое согласно п.3.3.2 настоящего описания.
- Плотность бетона  $\rho$  (определяется в окне «Общие параметры»).
- Тип бетона.
- Класс бетона.
- Коэффициент условий работы бетона  $\gamma_b$ , рассчитываемый согласно п.3.3.1 настоящего описания.
- Ширина сечения  $b$ .
- Высота сечения  $h$ .

- Расстояние от арматуры до края сечения  $a'$ .
- Класс сжатой арматуры.
- Количество стержней сжатой арматуры.
- Диаметр сжатой арматуры.
- Класс растянутой арматуры.
- Количество стержней растянутой арматуры.
- Диаметр растянутой арматуры.

Рассчитаем площадь сечения  $A$ , площадь сжатой арматуры  $A'_s$  и площадь растянутой арматуры  $A_s$ . По таблице 13 определим сопротивление бетона осевому растяжению  $R_{bt,маб}$ . Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению с учетом коэффициентов условий работы  $R_{bt} = R_{bt,маб} \cdot \gamma_b$ .

По таблице 23 СНиП определим расчетное сопротивление продольной арматуры растяжению  $R_s$ .  $h_0 = h - a'$ . Согласно п.3.12 СНиП определим  $\alpha$ ,

$$\omega_{норм} = \alpha - 0,0008R_{b,маб}, \quad \omega = \alpha - 0,0008R_b, \quad \sigma_{sc,u}, \quad \psi_c = \frac{\sigma_{sc,u}}{R_s(1 - \frac{\omega}{1,1})}. \quad \text{Согласно п. 3.14}$$

*Пособия* найдем  $\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{R_s}{\sigma_{sc,u}}(1 - \frac{\omega}{1,1})} = 0,74, \quad \alpha_R = \xi_R(1 - 0,5\xi_R) = 0,47.$  По

формуле 22 п. 3.18 *Пособия* найдем  $\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}$ . Согласно п.3.18 сжатая арматура требуется, только если  $\alpha_m > \alpha_R$ . Рассмотрим 2 случая:

1. Сжатая арматура не требуется. По табл. 20 пособия определим значение  $\zeta$ . Минимальную площадь сечения растянутой арматуры определим по формуле 23 п.3.18 *Пособия*:  $A_{s,min} = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_0}$ . Растянутая арматура считается допустимой, если  $A_{s,min} \leq A_s$ .

2. Сжатая арматура требуется. В этом случае минимальную площадь сечения сжатой арматуры определим согласно п. 3.19 *Пособия*:

$$A'_{s,min} = \frac{M - \alpha_R \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2}{R_{sc} \cdot (h_0 - a')}. \quad \text{Сжатая арматура считается допустимой, если}$$

$A'_{s,min} \leq A'_s$ . По табл. 20 пособия определим значение  $\xi$ . Минимальную площадь сечения растянутой арматуры определим по формуле (26) п. 3.19

*Пособия*:  $A_{s,min} = \xi \cdot \frac{R_b \cdot b \cdot h_0}{R_s} + A'_s$ . Растянутая арматура считается допустимой,

если  $A_{s,min} \leq A_s$ .

Высоту сжатой зоны определим по формуле (16) п.3.15 *Пособия*:  $x = \max\{0; \frac{R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s}{R_b \cdot b}\}$ . В этой формуле и далее в случае отсутствия сжатой арматуры принимаем  $A'_s = 0$ . Рассмотрим 2 случая:

1.  $x > \xi_R \cdot h_0$ . В этом случае расчет на прочность произведем согласно по формуле (18) п.3.15 *Пособия*: сечение считается допустимым, если  $M \leq \alpha_R \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2 + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a')$ .

2.  $x \leq \xi_R \cdot h_0$ . В этом случае расчет на прочность произведем согласно по формуле (17) п.3.15 *Пособия*: сечение считается допустимым, если  $M \leq R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a')$ .

Кроме расчета элемента в ПО «СтройРасчеты» реализован автоматический подбор сжатой и растянутой арматуры, удовлетворяющей данному расчету и обладающей минимальной суммарной площадью. Подбор арматуры производится либо при каждом перерасчете, либо только при выборе пользователем пункта меню **Расчет -> Подобрать оптимальную арматуру**. Способ подбора арматуры выбирается пользователем в окне «Общие параметры».

### 3.2.20 Расчет изгибаемых железобетонных элементов таврового сечения без предварительного напряжения арматуры

Данный расчет производится в соответствии со СНиП 2.03.01-84\* «Бетонные и железобетонные конструкции» и "Пособием по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого и легкого бетона без предварительного напряжения арматуры". Исходными данными для этого расчета являются:

- Расчетное значение изгибающего момента  $M$ , определяемое согласно п.3.3.2 настоящего описания.
- Плотность бетона  $\rho$  (определяется в окне «Общие параметры»).
- Тип бетона.
- Класс бетона.
- Коэффициент условий работы бетона  $\gamma_b$ , рассчитываемый согласно п.3.3.1 настоящего описания.
- Ширина сечения  $b$ .
- Высота сечения  $h$ .
- Ширина полки  $b'_f$ .
- Высота полки  $h'_f$ .

- Расстояние от арматуры до края сечения  $a'$ .
- Класс сжатой арматуры.
- Количество стержней сжатой арматуры.
- Диаметр сжатой арматуры.
- Класс растянутой арматуры.
- Количество стержней растянутой арматуры.
- Диаметр растянутой арматуры.

Рассчитаем площадь сечения  $A$ , площадь сжатой арматуры  $A'_s$  и площадь растянутой арматуры  $A_s$ . По таблице 13 определим сопротивление бетона осевому растяжению  $R_{bt,маб}$ . Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению с учетом коэффициентов условий работы  $R_{bt} = R_{bt,маб} \cdot \gamma_b$ .

По таблице 23 СНиП определим расчетное сопротивление продольной арматуры растяжению  $R_s$ .  $h_0 = h - a'$ . Согласно п.3.12 СНиП определим  $\alpha$ ,

$$\omega_{норм} = \alpha - 0,0008R_{b,маб}, \quad \omega = \alpha - 0,0008R_b, \quad \sigma_{sc,u}, \quad \psi_c = \frac{\sigma_{sc,u}}{R_s(1 - \frac{\omega}{1,1})}. \quad \text{Согласно п. 3.14}$$

$$\text{Пособия найдем } \xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{R_s}{\sigma_{sc,u}}(1 - \frac{\omega}{1,1})} = 0,74, \quad \alpha_R = \xi_R(1 - 0,5\xi_R) = 0,47. \quad \text{Согласно}$$

п.3.20 Пособия, если выполняется условие 27:  $R_s A_s \leq R_b b'_f h'_f + R_{sc} A'_s$ , то граница сжатой зоны проходит в полке. В противном случае граница сжатой зоны проходит в ребре. Рассмотрим 2 случая:

А) Граница сжатой зоны проходит в полке. В этом случае расчет производится как для прямоугольного сечения шириной  $b'_f$ . По формуле 22

$$\text{п. 3.18 Пособия найдем, принимая } b = b'_f, \quad \alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b'_f \cdot h_0^2}. \quad \text{Согласно п.3.18}$$

сжатая арматура требуется, только если  $\alpha_m > \alpha_R$ . Рассмотрим 2 случая:

А1) Сжатая арматура не требуется. По табл. 20 пособия определим значение  $\zeta$ . Минимальную площадь сечения растянутой арматуры

$$\text{определим по формуле 23 п.3.18 Пособия: } A_{s,min} = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_0}. \quad \text{Растянутая}$$

арматура считается допустимой, если  $A_{s,min} \leq A_s$ .

А2) Сжатая арматура требуется. В этом случае минимальную площадь сечения сжатой арматуры определим согласно п. 3.19 Пособия, принимая  $b$



$= b'_f : A'_{s,\min} = \frac{M - \alpha_R \cdot R_b \cdot b'_f \cdot h_0^2}{R_{sc} \cdot (h_0 - a')}$ . Сжатая арматура считается допустимой, если  $A'_{s,\min} \leq A'_s$ . По табл. 20 пособия определим значение  $\xi$ . Минимальную площадь сечения растянутой арматуры определим по формуле (26) п. 3.19 Пособия, принимая  $b = b'_f : A_{s,\min} = \xi \cdot \frac{R_b \cdot b'_f \cdot h_0}{R_s} + A'_s$ . Растянутая арматура считается допустимой, если  $A_{s,\min} \leq A_s$ .

Высоту сжатой зоны определим по формуле (16) п.3.15 Пособия, принимая  $b = b'_f : x = \max\{0; \frac{R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s}{R_b \cdot b'_f}\}$ . В этой формуле и далее в случае отсутствия сжатой арматуры принимаем  $A'_s = 0$ . Рассмотрим 2 случая:

A3)  $x > \xi_R \cdot h_0$ . В этом случае расчет на прочность произведем согласно по формуле (18) п.3.15 Пособия: сечение считается допустимым, если  $M \leq \alpha_R \cdot R_b \cdot b'_f \cdot h_0^2 + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a')$ .

A4)  $x \leq \xi_R \cdot h_0$ . В этом случае расчет на прочность произведем согласно по формуле (17) п.3.15 Пособия: сечение считается допустимым, если  $M \leq R_b \cdot b'_f \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a')$ .

Б) Граница сжатой зоны проходит в ребре. Найдем площадь сечения свесов  $A_{ov} = (b'_f - b) \cdot h'_f$ . Минимальную площадь сечения сжатой арматуры определим по формуле 31 п. 3.21 Пособия:

$$A'_{s,\min} = \frac{M - \alpha_R \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2 - R_b \cdot A_{ov} \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h'_f)}{R_{sc} \cdot (h_0 - a')}. \text{ Если } A'_{s,\min} < 0, \text{ то сжатая}$$

арматура не требуется. Сжатая арматура считается допустимой, если  $A'_{s,\min} \leq A'_s$ . По формуле (34) п. 3.22 Пособия найдем:

$$\alpha'_m = \frac{M - R_b \cdot A_{ov} \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h'_f) - R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a')}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}. \text{ По табл. 20 Пособия для}$$

данного значения  $\alpha'_m$  определим значение  $\xi$ . Минимальную площадь сечения растянутой арматуры определим по формуле 33 п. 3.22

$$\text{Пособия: } A_{s,\min} = \frac{R_b \cdot [\xi \cdot b \cdot h_0 + A_{ov}] + R_{sc} \cdot A'_s}{R_s}. \text{ Растянутая арматура считается}$$

допустимой, если  $A_{s,\min} \leq A_s$ . Высоту сжатой зоны определим из формулы 29

$$\text{п. 3.20: } x = \frac{R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s - R_b \cdot A_{ov}}{R_b \cdot b}. \text{ Рассмотрим 2 случая:}$$

Б1)  $x > \xi_R \cdot h_0$ . В этом случае расчет на прочность произведем согласно по формуле 30 п.3.20 *Пособия*: сечение считается допустимым, если  $M \leq \alpha_R \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2 + R_b \cdot A_{ov} \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h'_f) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a')$ .

Б2)  $x \leq \xi_R \cdot h_0$ . В этом случае расчет на прочность произведем согласно по формуле 28 п.3.20 *Пособия*: сечение считается допустимым, если  $M \leq R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + R_b \cdot A_{ov} \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h'_f) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a')$ .

Кроме расчета элемента в ПО «СтройРасчеты» реализован автоматический подбор сжатой и растянутой арматуры, удовлетворяющей данному расчету и обладающей минимальной суммарной площадью. Подбор арматуры производится либо при каждом перерасчете, либо только при выборе пользователем пункта меню **Расчет -> Подобрать оптимальную арматуру**. Способ подбора арматуры выбирается пользователем в окне «Общие параметры».

### 3.2.21 Расчет внецентренно сжатых железобетонных элементов с симметричной арматурой на критическую силу

Данный расчет является составной частью расчета бетонных элементов и производится в соответствии со СНиП 2.03.01-84\* «Бетонные и железобетонные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Длина элемента  $L$ .
- Расчетное значение изгибающего момента  $M$ , определяемое согласно п.3.3.2 настоящего описания.
- Расчетное значение продольной силы  $N$ , определяемое согласно п.3.3.2 настоящего описания.
- Тип бетона.
- Класс бетона.
- Коэффициент условий работы бетона  $\gamma_b$ , рассчитываемый согласно п.3.3.1 настоящего описания.
- Форма сечения (прямоугольная или двутавровая).
- Ширина сечения  $b$ .
- Высота сечения  $h$ .
- Ширина полки  $b'_f$  (в случае двутаврового сечения).
- Высота полки  $h'_f$  (в случае двутаврового сечения).
- Класс арматуры.
- Количество стержней арматуры.
- Диаметр арматуры.

- Коэффициент расчетной длины  $\mu$  (вводится пользователем согласно п.3.25 СНиП).

- Минимальное значение случайного эксцентриситета  $e_{a,\min}$ , вводимое пользователем с учетом п.3.3 Пособия. Ввод осуществляется через окно «Параметры текущего расчета».

По таблице 13 определим сопротивление бетона осевому растяжению  $R_{bt,маб}$ . Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению с учетом коэффициентов условий работы  $R_{bt} = R_{bt,маб} \cdot \gamma_b$ .

Согласно п.3.2 СНиП случайный эксцентриситет  $e_a = \max\{\frac{L}{600}, \frac{h}{30}, e_{a,\min}\}$ .  $e_{0N} = \frac{M}{N}$ .  $e_0 = e_{0N} + e_a$ . Согласно п.3.6 СНиП вычислим

$\delta_{e,\min} = 0,5 - 0,01 \frac{L \cdot \mu}{h} - 0,001 R_b$ .  $\delta_e = \max\{\frac{e_0}{h}, \delta_{e,\min}\} = 0,30$ . По таблице 30

СНиП определим  $\beta$ . По формуле (21) СНиП  $\varphi_l = 1 + \beta \cdot \frac{M_{II}}{M_I}$ . Момент инерции

бетонного прямоугольного сечения  $I = \frac{b \cdot h^3}{12}$ . Момент инерции бетонного

двутаврового сечения  $I = \frac{b \cdot (h - 2h'_f)^3}{12} + 2(\frac{b'_f \cdot h'^3_f}{12} + b'_f \cdot h'_f \cdot (\frac{h - h'_f}{2})^2)$ . Момент

инерции арматуры относительно центра тяжести бетонного сечения  $I_s =$

$(A_s + A'_s) \cdot \frac{(h_0 - a')^2}{4}$ . По табл. 18 СНиП модуль упругости бетона  $E_b$ . По табл.

29\* СНиП модуль упругости арматуры  $E_s = 2100000,0$  кгс/см<sup>2</sup>.  $\alpha = \frac{E_s}{E_b}$ .

Вычислим критическую силу по формуле 58 СНиП:  $N_{cr} =$

$\frac{6,4 \cdot E_b}{(L \cdot \mu)^2} \left[ \frac{I}{\varphi_l} \left( \frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha \cdot I_s \right]$ . Сечение считается допустимым, если

приложенная нагрузка не превышает критическую силу:  $N \leq N_{cr}$ .

### 3.2.22 Расчет внецентренно сжатых железобетонных элементов прямоугольного сечения с симметричной арматурой без предварительного напряжения арматуры

Данный расчет производится в соответствии со СНиП 2.03.01-84\* «Бетонные и железобетонные конструкции» и "Пособием по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого и легкого бетона без предварительного напряжения арматуры" (к СНиП 2.03.01-84\*). Исходными данными для этого расчета являются:

- Длина элемента  $L$ .
- Расчетное значение изгибающего момента  $M$ , определяемое согласно п.3.3.2 настоящего описания.
- Расчетное значение продольной силы  $N$ , определяемое согласно п.3.3.2 настоящего описания.
- Коэффициент условий работы бетона  $\gamma_b$ , рассчитываемый согласно п.3.3.1 настоящего описания.
- Тип бетона.
- Класс бетона.
- Ширина сечения  $b$ .
- Высота сечения  $h$ .
- Результат расчета элемента на критическую силу согласно п.3.3.4 настоящего описания.
- Значение критической силы  $N_{cr}$ , вычисляемое согласно п.3.3.4, если  $\frac{L \cdot \mu}{i} > 14$ .
- Минимальное значение случайного эксцентриситета  $e_{a,min}$ , вводимое пользователем с учетом п.3.3 *Пособия*. Ввод осуществляется через окно «Параметры текущего расчета».
- Класс арматуры.
- Количество стержней арматуры.
- Диаметр арматуры.

По таблице 13 определим сопротивление бетона осевому растяжению  $R_{bt,таб}$ . Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению с учетом коэффициентов условий работы  $R_{bt} = R_{bt,таб} \cdot \gamma_b$ . Согласно п.3.12 *СНиП* определим  $\alpha$ ,  $\omega_{норм} = \alpha - 0,0008R_{b,таб}$ ,  $\omega = \alpha - 0,0008R_b$ ,  $\sigma_{sc,u}$ ,  $\psi_c = \frac{\sigma_{sc,u}}{R_s(1 - \frac{\omega}{1,1})}$ .

Согласно п. 3.14 *Пособия* найдем  $\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{R_s}{\sigma_{sc,u}}(1 - \frac{\omega}{1,1})}$ . Расчетное

сопротивление арматуры растяжению  $R_s$  и сжатию  $R_{sc}$ . По формуле 107 п.3.61 *Пособия* определим высоту сжатой зоны  $x = \frac{N}{R_b \cdot b}$ . Согласно п.3.2

*СНиП* случайный эксцентриситет  $e_a = \max\{\frac{L}{600}, \frac{h}{30}, e_{a,min}\}$ .  $e_{0N} = \frac{M}{N}$ .  $e_0 = e_{0N} + e_a$ . Согласно п.3.3 если  $\frac{L \cdot \mu}{h} > \frac{14}{\sqrt{12}} \approx 4$ , что равносильно  $\frac{L \cdot \mu}{i} > 14$ , то

расчет необходимо производить с учетом прогиба элемента, т.е. с учетом коэффициента  $\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}}$ , вычисляемого по формуле 19 СНиП. В противном

случае  $\eta = 1$ . Согласно п.3.61  $e = e_0 \cdot \eta + \frac{h_0 - a'}{2}$ . Рассмотрим 2 случая:

1)  $x > \xi_R \cdot h_0$ . Согласно п.3.61  $\alpha_n = \frac{N}{R_b \cdot b \cdot h_0}$ ,  $\alpha_s = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b \cdot h_0}$ . Для элементов из бетона класса В30 и ниже значение  $\xi$  рассчитывается по формуле 109 Пособия  $\xi = \frac{\alpha_n(1 - \xi_R) + 2\alpha_s\xi_R}{1 - \xi_R + 2\alpha_s}$ , для элементов из бетона класса выше В30 значение  $\xi$  рассчитывается по формуле 110 Пособия  $\xi = \frac{\alpha_s + \psi_c \alpha_s - \alpha_n}{2} + \sqrt{\frac{\alpha_s + \psi_c \alpha_s - \alpha_n}{2} + \psi_c \alpha_s \omega}$ . Сечение считается допустимым по прочности, если выполняется условие 108 Пособия:  $N \cdot e \leq R_b \cdot b \cdot h_0^2 \cdot \xi \cdot (1 - 0,5\xi) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a')$ .

2)  $x \leq \xi_R \cdot h_0$ . Согласно п.3.61  $\xi = \frac{x}{h_0}$ , сечение считается допустимым по прочности, если выполняется условие 108 Пособия:  $N \cdot e \leq R_b \cdot b \cdot h_0^2 \cdot \xi \cdot (1 - 0,5\xi) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a')$ .

Кроме расчета элемента в ПО «СтройРасчеты» реализован автоматический подбор арматуры, удовлетворяющей данному расчету и обладающей минимальной площадью. Подбор арматуры производится либо при каждом перерасчете, либо только при выборе пользователем пункта меню **Расчет -> Подобрать оптимальную арматуру**. Способ подбора арматуры выбирается пользователем в окне «Общие параметры».

### 3.2.23 Расчет внецентренно сжатых железобетонных элементов двутаврового сечения с симметричной арматурой без предварительного напряжения арматуры

Данный расчет производится в соответствии со СНиП 2.03.01-84\* «Бетонные и железобетонные конструкции» и "Пособием по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого и легкого бетона без предварительного напряжения арматуры". Исходными данными для этого расчета являются:

- Расчетное значение изгибающего момента  $M$ , определяемое согласно п.3.3.2 настоящего описания.
- Плотность бетона  $\rho$  (определяется в окне «Общие параметры»).

- Тип бетона.
- Класс бетона.
- Коэффициент условий работы бетона  $\gamma_b$ , рассчитываемый согласно

п.3.3.1 настоящего описания.

- Ширина сечения  $b$ .
- Высота сечения  $h$ .
- Ширина полки  $b'_f$ .
- Высота полки  $h'_f$ .
- Минимальное значение случайного эксцентриситета  $e_{a,\min}$ , вводимое

пользователем с учетом п.3.3 *Пособия*. Ввод осуществляется через окно «Параметры текущего расчета».

- Расстояние от арматуры до края сечения  $a'$ .
- Класс сжатой арматуры.
- Количество стержней сжатой арматуры.
- Диаметр сжатой арматуры.
- Класс растянутой арматуры.
- Количество стержней растянутой арматуры.
- Диаметр растянутой арматуры.

Рассчитаем площадь сечения  $A$ , площадь сжатой арматуры  $A'_s$  и площадь растянутой арматуры  $A_s$ . По таблице 13 определим сопротивление бетона осевому растяжению  $R_{bt,маб}$ . Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению с учетом коэффициентов условий работы  $R_{bt} = R_{bt,маб} \cdot \gamma_b$ .

По таблице 23 *СНиП* определим расчетное сопротивление продольной арматуры растяжению  $R_s$ .  $h_0 = h - a'$ . Согласно п.3.12 *СНиП* определим  $\alpha$ ,

$$\omega_{норм} = \alpha - 0,0008R_{b,маб}, \quad \omega = \alpha - 0,0008R_b, \quad \sigma_{sc,u}, \quad \psi_c = \frac{\sigma_{sc,u}}{R_s(1 - \frac{\omega}{1,1})}. \quad \text{Согласно п. 3.14}$$

$$\text{Пособия найдем } \xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{R_s}{\sigma_{sc,u}}(1 - \frac{\omega}{1,1})} = 0,74, \quad \alpha_R = \xi_R(1 - 0,5\xi_R) = 0,47. \quad \text{Согласно}$$

п.3.2 *СНиП* случайный эксцентриситет  $e_a = \max\{\frac{L}{600}, \frac{h}{30}, e_{a,\min}\}$ .  $e_{0N} = \frac{M}{N}$ .  $e_0 = e_{0N} + e_a$ . Согласно п.3.67 *Пособия*, если выполняется условие 130:  $N \leq R_b b'_f h'_f$ , то граница сжатой зоны проходит в полке. В противном случае граница сжатой зоны проходит в ребре. Рассмотрим 2 случая:

А) Граница сжатой зоны проходит в полке. В этом случае расчет производится как для прямоугольного сечения шириной  $b'_f$  в соответствии с п.3.61. По формуле 107 п.3.61 *Пособия*, принимая  $b = b'_f$ , определим высоту

сжатой зоны  $x = \frac{N}{R_b \cdot b'_f}$ . Согласно п.3.3 если  $\frac{L \cdot \mu}{h} > \frac{14}{\sqrt{12}} \approx 4$ , что равносильно

$\frac{L \cdot \mu}{i} > 14$ , то расчет необходимо производить с учетом прогиба элемента,

т.е. с учетом коэффициента  $\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}}$ , вычисляемого по формуле 19 *СНиП*.

В противном случае  $\eta = 1$ . Согласно п.3.61  $e = e_0 \cdot \eta + \frac{h_0 - a'}{2}$ . Рассмотрим 2 случая:

А1)  $x > \xi_R \cdot h_0$ . Согласно п.3.61  $\alpha_n = \frac{N}{R_b \cdot b \cdot h_0}$ ,  $\alpha_s = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b \cdot h_0}$ . Для элементов из бетона класса В30 и ниже значение  $\xi$  рассчитывается по формуле 109 *Пособия*  $\xi = \frac{\alpha_n(1 - \xi_R) + 2\alpha_s \xi_R}{1 - \xi_R + 2\alpha_s}$ , для элементов из бетона класса выше В30 значение  $\xi$  рассчитывается по формуле 110 *Пособия*  $\xi = \frac{\alpha_s + \psi_c \alpha_s - \alpha_n}{2} + \sqrt{\frac{\alpha_s + \psi_c \alpha_s - \alpha_n}{2} + \psi_c \alpha_s \omega}$ . Сечение считается допустимым по прочности, если, принимая  $b = b'_f$ , выполняется условие 108 *Пособия*:  $N \cdot e \leq R_b \cdot b'_f \cdot h_0^2 \cdot \xi \cdot (1 - 0,5\xi) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a')$ .

А2)  $x \leq \xi_R \cdot h_0$ . Согласно п.3.61  $\xi = \frac{x}{h_0}$ , сечение считается допустимым по прочности, если выполняется условие 108 *Пособия*:  $N \cdot e \leq R_b \cdot b'_f \cdot h_0^2 \cdot \xi \cdot (1 - 0,5\xi) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a')$ .

Б) Граница сжатой зоны проходит в ребре. Найдем площадь сечения свесов  $A_{ov} = (b'_f - b) \cdot h'_f$ . Высоту сжатой зоны определим согласно п. 3.67:

$x = \frac{N - R_b A_{ov}}{R_b b}$ . Рассмотрим 2 случая:

Б1)  $x > \xi_R \cdot h_0$ . Согласно п.3.67 *Пособия*  $\alpha_n = \frac{N}{R_b \cdot b \cdot h_0}$ ,  $\alpha_s = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b \cdot h_0}$ ,  $\alpha_{ov} = \frac{A_{ov}}{b \cdot h_0}$ . Коэффициент  $\xi$  определим из формулы 132 *Пособия*:  $\xi =$

$$\frac{\alpha_s + \psi_c \alpha_s + \alpha_{ov} - \alpha_n}{2} + \sqrt{\left(\frac{\alpha_s + \psi_c \alpha_s + \alpha_{ov} - \alpha_n}{2}\right)^2 + \psi_c \alpha_s \omega}. \quad \text{Сечение считается}$$

допустимым по прочности, если выполняется условие 131 Пособия:  $N \cdot e \leq$

$$R_b \cdot b \cdot h_0^2 \cdot \xi \cdot (1 - 0,5\xi) + R_b \cdot A_{ov} \cdot (h_0 - h'_f / 2) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a').$$

Б2)  $x \leq \xi_R \cdot h_0$ . Согласно п.3.67  $\xi = \frac{x}{h_0}$ , сечение считается допустимым

по прочности, если выполняется условие 131 Пособия:  $N \cdot e \leq$

$$R_b \cdot b \cdot h_0^2 \cdot \xi \cdot (1 - 0,5\xi) + R_b \cdot A_{ov} \cdot (h_0 - h'_f / 2) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a').$$

Кроме расчета элемента в ПО «СтройРасчеты» реализован автоматический подбор арматуры, удовлетворяющей данному расчету и обладающей минимальной площадью. Подбор арматуры производится либо при каждом перерасчете, либо только при выборе пользователем пункта меню **Расчет -> Подобрать оптимальную арматуру**. Способ подбора арматуры выбирается пользователем в окне «Общие параметры».



### 3.4. Расчеты свайных фундаментов

#### 3.4.1 Расчет свай-стоек

Данный расчет производится в соответствии со СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты». Исходными данными для этого расчета являются:

- Расчетная нагрузка на сваю  $N$ .
- Тип сваи.
- Площадь опирания сваи на грунт  $A$ .
- Расчетная глубина заделки сваи  $l_d$  (только для типов свай, перечисленных в п. б) п.4.1).
- Наружный диаметр заделанной в скальный грунт части сваи  $d_f$  (только для типов свай, перечисленных в п. б) п.4.1).
- Коэффициент надежности по грунту  $\gamma_g$  (только для типов свай, перечисленных в п. б) и в) п.4.1).
- Коэффициент условий работы сваи в грунте  $\gamma_c$ .
- Коэффициент надежности  $\gamma_k$ .
- Нормативное значение предела прочности на одноосное сжатие скального грунта в водонасыщенном состоянии  $R_{c, n}$  (только для типов свай, перечисленных в п. б) и в) п.4.1).

В соответствии с п. 4.1 определим расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи  $R$ . Несущую способность сваи определим по формуле (5) п.4.1  $F_d = \gamma_c \cdot R \cdot A$ . Сечение считается допустимым, если выполняется

условие 2 из п. 3.10:  $N \leq \frac{F_d}{\gamma_k}$ .

#### 3.4.2 Расчет висячих забивных свай

Данный расчет производится в соответствии со СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты». Исходными данными для этого расчета являются:

- Расчетная сжимающая нагрузка на сваю  $N$ .
- Расчетная выдергивающая нагрузка на сваю  $N_u$ .
- Характеристики слоев грунта (толщина и глубина) на всей длине сваи.
- Типа грунта для каждого слоя
- Коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности сваи  $\gamma_{ef}$  для каждого слоя
- Показатель текучести  $I_L$  для каждого слоя (только для пылевато-глинистого грунта).
- Ширина сваи  $a$ .

- Глубина погружения нижнего конца сваи  $H$ .
- Коэффициент условий работы под нижним концом сваи в грунте  $\gamma_{cR}$  (вводимый в соответствии с таблицей 3 СНиП 2.02.03-85).
- Коэффициент надежности  $\gamma_k$  (вводимый в соответствии с пунктом 3.10 СНиП 2.02.03-85).

Для каждого слоя грунта определяется расчетное сопротивление грунта на боковой поверхности сваи  $f_i$  с помощью линейной интерполяции по таблице 2. По таблице 1 линейной интерполяцией определяется расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи  $R$ . Вычисляется площадь опирания на грунт сваи  $A = a^2$  и наружный периметр поперечного сечения сваи  $u = 4a$ . Согласно пункту 4.2 коэффициент условий работы сваи для расчета сжимающей нагрузки в грунте  $\gamma_{\bar{n}} = 1$ . Определим по формуле (8) несущую способность  $F_d$  висячей забивной сваи, работающей на сжимающую нагрузку:  $F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{cR} R A + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i)$ . Сжимающая нагрузка считается допустимой, если выполняется условие 2 из п. 3.10:  $N \leq \frac{F_d}{\gamma_k}$ .

Согласно пункту 4.5 определим коэффициент условий работы сваи в грунте для расчета выдергивающей нагрузки  $\gamma_{cu}$ . Определим по формуле (10) несущую способность висячей забивной сваи, работающей на выдергивающую нагрузку  $F_{du} = \gamma_c u \sum \gamma_{cf} f_i h_i$ . Выдергивающая нагрузка считается допустимой, если выполняется условие 2 из п. 3.10:  $N_u \leq \frac{F_{du}}{\gamma_k}$ .

Сечение считается допустимым, если для данного сечения допустимы выдергивающая и сжимающая нагрузка.

### 3.5. Расчеты деревянных конструкций

#### 3.5.1 Расчет деревянных элементов со сплошным сечением по предельной гибкости

Данный расчет является составной частью расчета центрально-сжатых и центрально-растянутых деревянных элементов и производится в соответствии со СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Длина элемента  $L$ .
- Форма сечения (прямоугольное, квадратное, круглое или произвольное).
- Плоскости, в которых проверяется гибкость ( $X$ ,  $Y$  или обе плоскости  $X$  и  $Y$ )
- Коэффициенты расчетной длины  $\mu_x$  (в случае прямоугольного сечения и проверки гибкости в плоскости  $X$ ),  $\mu_y$  (в случае прямоугольного сечения и проверки гибкости в плоскости  $Y$ ) или  $\mu$  (в случае непрямоугольного сечения).
- Ширина сечения  $b$  (только для прямоугольного сечения).
- Высота сечения  $h$  (для квадратного и прямоугольного сечений).
- Радиус сечения  $r$  (для круглого сечения).
- Радиус инерции сечения  $r$  (для произвольного сечения).
- Предельная гибкость элемента  $\lambda_{\max}$  (в соответствии с п.4.22 СНиП II-25-80).

В зависимости от плоскости, в которой проверяется гибкость, расчет гибкости элемента происходит следующим образом:

А) Для прямоугольного сечения:

Вычисляется площадь сечения  $F_n = b \cdot h$ .

При проверке гибкости в плоскости  $X$ . Вычисляется значение момента

инерции в плоскости  $X$   $J_x = \frac{b \cdot h^3}{12}$ . Вычисляется проекция радиуса инерции

элемента на ось  $X$   $i_x = \sqrt{\frac{J_x}{F_n}}$ . Далее вычисляется гибкость элемента

относительно оси  $X$   $\lambda_x = \frac{L \cdot \mu_x}{i_x}$ . Для расчета принимается  $\lambda = \lambda_x$ .

При проверке гибкости в плоскости  $Y$ . Вычисляется значение момента

инерции в плоскости  $Y$   $J_y = \frac{h \cdot b^3}{12}$ . Вычисляется проекция радиуса инерции

элемента на ось  $Y$   $i_y = \sqrt{\frac{J_y}{F_n}}$ . Далее вычисляется гибкость элемента относительно оси  $Y$   $\lambda_y = \frac{L \cdot \mu_y}{i_y}$ . Для расчета принимается  $\lambda = \lambda_y$ .

При проверке гибкости в обеих плоскостях  $X$  и  $Y$ . Вычисляется значение момента инерции в плоскости  $X$   $J_x = \frac{b \cdot h^3}{12}$  и значение момента инерции в плоскости  $Y$   $J_y = \frac{h \cdot b^3}{12}$ . Вычисляются проекции радиуса инерции элемента на ось  $X$   $i_x = \sqrt{\frac{J_x}{F_n}}$  и ось  $Y$   $i_y = \sqrt{\frac{J_y}{F_n}}$ . Далее вычисляется гибкость элемента относительно оси  $X$   $\lambda_x = \frac{L \cdot \mu_x}{i_x}$  и оси  $Y$   $\lambda_y = \frac{L \cdot \mu_y}{i_y}$ . Для расчета принимается  $\lambda = \max\{\lambda_x, \lambda_y\}$ .

Б) Для квадратного сечения:

Вычисляется площадь сечения  $F_n = h^2$ . Вычисляем радиус инерции сечения  $i = \frac{h}{\sqrt{12}}$ . Далее вычисляется гибкость элемента  $\lambda = \frac{L \cdot \mu}{i}$ .

В) Для круглого и произвольного сечений:

Вычисляем гибкость элемента  $\lambda = \frac{L \cdot \mu}{r}$ .

Элемент считается допустимым, если полученное значение гибкости не превышает предельной гибкости элемента.

### 3.5.2 Расчет центрально-сжатых и центрально-растянутых деревянных элементов на прочность

Данный расчет является составной частью расчета центрально-сжатых и центрально-растянутых деревянных элементов и производится в соответствии со СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Форма сечения (прямоугольное, квадратное, круглое или произвольное).
- Расчетная продольная нагрузка  $N$ .
- Коэффициент условий работы  $m$ .
- Расчетное сопротивление древесины сжатию  $R_c$ , выбираемое пользователем в зависимости от сорта древесины по табл. 3 (только в случае произвольной формы сечения).

- Ширина сечения  $b$  (только для прямоугольного сечения).
- Высота сечения  $h$  (для квадратного и прямоугольного сечений).
- Радиус сечения  $r$  (для круглого сечения).
- Площадь сечения нетто  $F_n$  (для произвольного сечения).

Вычисляется площадь сечения элемента:

- для прямоугольного сечения  $F_n = b \cdot h$ ;

- для квадратного сечения  $F_n = h^2$ ;

- для круглого сечения  $F_n = \pi \cdot r^2$ .

В случае прямоугольного, квадратного или круглого сечений определим по таблице 3 СНиП II-25-80 расчетное сопротивление древесины сжатию  $R_c$ . Помимо этого расчетное сопротивление древесины сжатию  $R_c$  может быть введено пользователем через диалог «Параметры текущего расчета». Сечение считается допустимым, если выполняется условие (4) из пункта 4.1

СНиП II-25-80: 
$$\frac{N}{F_n \cdot m \cdot R_c} \leq 1.$$

### 3.5.3 Расчет центрально-сжатых элементов на устойчивость

Данный расчет является составной частью расчета центрально-сжатых деревянных элементов и производится в соответствии со СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Форма сечения (прямоугольное, квадратное, круглое или произвольное).
- Гибкость элемента, определяемая согласно п.3.5.1 настоящего описания.
- Расчетная продольная нагрузка  $N$ .
- Коэффициент условий работы  $m$ .
- Сорт древесины (для прямоугольного и круглого сечения).
- Расчетное сопротивление древесины сжатию  $R_c$ , выбираемое пользователем в зависимости от сорта древесины по табл. 3 (только в случае произвольной формы сечения).
- Ширина сечения  $b$  (только для прямоугольного сечения).
- Высота сечения  $h$  (для квадратного и прямоугольного сечений).
- Радиус сечения  $r$  (для круглого сечения).
- Площадь сечения нетто  $F_n$  (для произвольного сечения)

Вычисляется площадь сечения элемента:

- для прямоугольного сечения  $F_n = b \cdot h$ ;

- для квадратного сечения  $F_n = h^2$ ;

- для круглого сечения  $F_n = \pi \cdot r^2$ .

Определим коэффициент  $\varphi$  согласно пункту 4.3 СНиП II-25-80. Сечение считается допустимым, если выполняется условие (6) из пункта 4.2

СНиП II-25-80: 
$$\frac{N}{\varphi \cdot F_n \cdot m \cdot R_c} \leq 1.$$

### 3.5.4 Расчет центрально-сжатых и центрально-растянутых деревянных элементов

Исходными данными для этого расчета является:

- Результат расчета деревянных элементов по предельной гибкости согласно п.3.5.1.
- Результат расчета центрально-сжатых и центрально-растянутых деревянных элементов на прочность согласно п.3.5.2 данного описания.
- Для центрально-сжатых элементов результат расчета центрально-сжатых элементов на устойчивость согласно п.3.5.3 настоящего описания.

Элемент считается допустимым, если он является допустимым по результатам всех расчетов, перечисленных выше.

### 3.5.5 Расчет изгибаемых деревянных элементов на прочность

Данный расчет является составной частью расчета изгибаемых деревянных элементов прямоугольного сечения и производится в соответствии со СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Значение максимального изгибающего момента  $M$ , которое является результатом расчета изгибающего момента, прогиба и поперечной силы согласно п.3.1.7.
- Коэффициент условий работы  $m$ .
- Сорт древесины.
- Ширина сечения  $b$ .
- Высота сечения  $h$ .

Вычислим момент сопротивления поперечного сечения элемента  $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$ . Определим по таблице 3 СНиП II-25-80 расчетное сопротивление

древесины изгибу  $R_e$ . Помимо этого расчетное сопротивление древесины изгибу  $R_e$  может быть введено пользователем через диалог «Параметры текущего расчета». Сечение считается допустимым, если выполняется

условие из пункта 4.9: 
$$\frac{M}{m \cdot W \cdot R_e} \leq 1.$$

### 3.5.6 Расчет изгибаемых деревянных элементов по прогибу

Данный расчет является составной частью расчета изгибаемых деревянных элементов прямоугольного сечения и производится в соответствии со СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Значение максимального прогиба балки  $f$ , которое является результатом расчета изгибающего момента, прогиба и поперечной силы согласно п.3.1.7.
- Схема нагрузки, которая вводится пользователем в расчете изгибающего момента, прогиба и поперечной (см. п.3.1.7).
- Предельный прогиб элемента, выбираемый пользователем по табл.16 п. 4.31.

Определим по таблице 3 приложения 4 коэффициенты  $k$  и  $c$ . Так как сечение балки постоянно, то  $k = 1$ . Найдем по формуле (50) прогиб элемента:

$$\frac{f_N}{L} = \frac{f}{L} \left[ 1 + c \left( \frac{h}{L} \right)^2 \right]$$
 Сечение считается допустимым, если прогиб элемента не превышает значение предельного прогиба.

### 3.5.7 Расчет изгибаемых деревянных элементов на устойчивость.

Данный расчет является составной частью расчета изгибаемых деревянных элементов прямоугольного сечения и производится в соответствии со СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Значение максимального изгибающего момента  $M$ , которое является результатом расчета изгибающего момента, прогиба и поперечной силы согласно п.3.1.7.
- Схема нагрузки, которая вводится пользователем в расчете изгибающего момента, прогиба и поперечной (см. п.3.1.7).
- Коэффициент условий работы  $m$ .
- Длина элемента  $L$ .
- Коэффициент  $\mu_p = \frac{L_\delta}{L}$ , где  $L_\delta$  определяется согласно п.4.14.
- Сорт древесины.
- Ширина сечения  $b$ .
- Высота сечения  $h$ .

Вычислим момент сопротивления поперечного сечения элемента  $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$ . Определим по таблице 3 СНиП II-25-80 расчетное сопротивление

древесины изгибу  $R_e$ . Помимо этого расчетное сопротивление древесины изгибу  $R_e$  может быть введено пользователем через диалог «Параметры текущего расчета». Определим по таблице 2 приложения 4 коэффициент  $k_o$ . Определим коэффициент  $\varphi_M$  по формуле (23) п. 4.14. Сечение считается допустимым, если выполняется условие (22) п.4.14:  $\frac{M}{\varphi_M \cdot m \cdot W \cdot R_e} \leq 1$ .

### 3.5.8 Расчет изгибаемых деревянных элементов на скалывание

Данный расчет является составной частью расчета изгибаемых деревянных элементов прямоугольного сечения и производится в соответствии со СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Значение максимальной поперечной силы  $Q$ , которое является результатом расчета изгибающего момента, прогиба и поперечной силы согласно п.3.1.7.
- Сорт древесины.
- Ширина сечения  $b$ .
- Высота сечения  $h$ .
- Коэффициент условий работы  $m$ .

Вычислим момент инерции сечения элемента  $J = \frac{b \cdot h^3}{12}$ . Статический момент брутто сдвигаемой части поперечного сечения элемента относительно нейтральной оси  $S_{ao} = \frac{b \cdot h^2}{6}$ . Определим по таблице 3 СНиП II-25-80 расчетное сопротивление древесины скалыванию  $R_{ce}$ . Помимо этого расчетное сопротивление древесины скалыванию  $R_{ce}$  может быть введено пользователем через диалог «Параметры текущего расчета». Сечение считается допустимым, если выполняется условие (18) из п.4.10:  $\frac{Q \cdot S_{ao}}{b \cdot m \cdot R_{ce} \cdot J} \leq 1$ .

### 3.5.9 Расчет изгибаемых деревянных элементов

Исходными данными для этого расчета является:

- Результат расчета изгибаемых деревянных элементов на прочность согласно п.3.5.5 данного описания.
- Результат расчета изгибаемых деревянных элементов по прогибу согласно п.3.5.6 данного описания.



- Результат расчета изгибаемых деревянных элементов на устойчивость согласно п.3.5.7 данного описания.
- Результат расчета изгибаемых деревянных элементов на скалывание согласно п.3.5.8 данного описания.

Элемент считается допустимым, если он является допустимым по результатам всех расчетов, перечисленных выше.

.

### 3.6. Расчеты каменных и армокаменных конструкций

#### 3.6.1 Расчет центрально-сжатых каменных конструкций

Данный расчет производится в соответствии со СНиП II-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Условия опирания на горизонтальные опоры.
- Присутствие внешней нагрузки.
- Высота столба  $H$ .
- Марка/прочность раствора.
- Высота ряда кладки.
- Тип раствора.
- Марка кирпича или камня.
- Расчетная продольная сила от длительных нагрузок  $N_g$
- Расчетная продольная сила  $N$ .
- Является ли нагрузка только нагрузкой от собственной массы или нет.
- Уровень, для которого производится расчет: наиболее неблагоприятный или заданный (задается через окно «Параметры текущего расчета»).
- Высота рассматриваемого уровня  $z$  (если расчет производится для определенного уровня).
- Ширина сечения  $b$ .
- Высота сечения  $h$ .
- Коэффициент условий работы  $\gamma_c$ .
- Вид кладки.
- Поправочный коэффициент  $\gamma_d$  (выбирается согласно примечанию к таблице 4).

Для рассматриваемой кладки и раствора по таблице 4 определим, с учетом поправочного коэффициента, расчетное сопротивление кладки сжатию  $R$ . Согласно п. 4.3. определим коэффициент  $\mu$ . Если нагрузкой является только собственная масса элемента в пределах рассматриваемого участка, то примем коэффициент  $k = 0,75$ , иначе  $k = 1$ . Расчетная высота конструкции  $l_0 = \mu \cdot H \cdot k$ . Гибкость элемента  $\lambda_h = \frac{l_0}{h}$ . По таблице 15 определим, с учетом примечания, упругую характеристику  $\alpha$ . По таблице 18 определим для наиболее неблагоприятного уровня с учетом п. 4.4, значение коэффициента  $\varphi$ . Также предусмотрен вариант ручного ввода

коэффициента  $\varphi$  (способ получения коэффициента  $\varphi$  определяется через окно «Параметры текущего расчета»). Для полученного значения гибкости по таблице 20 определим  $\eta$ . Согласно п. 4.7 определим для рассматриваемого уровня с учетом п. 4.4 коэффициент  $m_g$ . Также предусмотрен вариант ручного ввода коэффициента  $m_g$  (способ получения коэффициента  $m_g$  определяется через окно «Параметры текущего расчета»). Площадь сечения элемента  $A = b \cdot h$ . Сечение считается допустимым, если выполняется условие 10 из п.4.1:  $N \leq m_g \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot R \cdot A$ .

### 3.6.2 Расчет внецентренно сжатых каменных конструкций

Данный расчет производится в соответствии со СНиП II-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Форма сечения: прямоугольная, тавровая или произвольная.
- Условия опирания на горизонтальные опоры.
- Присутствие внешней нагрузки.
- Высота столба  $H$ .
- Марка/прочность раствора.
- Высота ряда кладки.
- Тип раствора.
- Марка кирпича или камня.
- Расчетная продольная сила от длительных нагрузок  $N_g$ .
- Расчетная продольная сила  $N$ .
- Является ли нагрузка только нагрузкой от собственной массы или нет.
- Уровень, для которого производится расчет: наиболее неблагоприятный или заданный (задается через окно «Параметры текущего расчета»).
- Высота рассматриваемого уровня  $z$  (если расчет производится для определенного уровня).
- Ширина сечения  $b$  (для сечения прямоугольной и тавровой формы).
- Высота сечения  $h$  (для сечения прямоугольной и тавровой формы).
- Ширина полки сечения  $b_f$  (для сечения тавровой формы).
- Высота полки сечения  $h_f$  (для сечения тавровой формы).
- Площадь сечения  $A$  (для сечения произвольной формы).
- Момент инерции  $J$  (для сечения произвольной формы).
- Коэффициент условий работы  $\gamma_c$ .
- Вид кладки.

- Поправочный коэффициент  $\gamma_d$  (выбирается согласно примечанию к таблице 4).
- Эксцентриситет  $e_0$ .
- Эксцентриситет от длительных нагрузок  $e_{0g}$ .

Для рассматриваемой кладки и раствора по таблице 4 определим, с учетом поправочного коэффициента, расчетное сопротивление кладки сжатию  $R$ . Определим площадь сечения элемента  $A$  (для прямоугольного и таврового сечений). Согласно п. 4.3. определим коэффициент  $\mu$ . Если нагрузкой является только собственная масса элемента в пределах рассматриваемого участка, то примем коэффициент  $k = 0,75$ , иначе  $k = 1$ . Расчетная высота конструкции  $l_0 = \mu \cdot H \cdot k$ . Для таврового сечения найдем момент инерции сечения  $J$ . Для таврового сечения и сечений произвольной формы найдем радиус инерции сечения  $i = \sqrt{\frac{J}{A}}$ . Гибкость элемента для

таврового сечения  $\lambda_i = \frac{l_0}{i}$ , для прямоугольного сечения  $\lambda_h = \frac{l_0}{h}$ . По таблице 15 определим, с учетом примечания, упругую характеристику  $\alpha$ . По таблице 18 определим для рассматриваемого уровня с учетом п. 4.4, значение коэффициента  $\varphi$ . Также предусмотрен вариант ручного ввода коэффициента  $\varphi$  (способ получения коэффициента  $\varphi$  определяется через окно «Параметры текущего расчета»). Определим расстояние от сжатого края сечения до центра тяжести  $y$ . Согласно п.4.7 найдем высоту сжатой зоны  $h_c$ , площадь сжатой зоны  $A_c$  и  $\lambda_{hc} = \frac{H}{h_c}$ . По таблице 18 определим

значение коэффициента  $\varphi_c$ . По формуле 15 п.4.7  $\varphi_1 = \frac{\varphi + \varphi_c}{2}$ . Для полученного значения гибкости по таблице 20 определим  $\eta$ . Согласно п. 4.7 определим для рассматриваемого уровня с учетом п. 4.4 коэффициент  $m_g$ . Также предусмотрен вариант ручного ввода коэффициента  $m_g$  (способ получения коэффициента  $m_g$  определяется через окно «Параметры текущего расчета»). По формулам таблицы 19 определим коэффициент  $\omega$ . Также предусмотрен вариант ручного ввода коэффициента  $\omega$  (способ получения коэффициента  $\omega$  определяется через окно «Параметры текущего расчета»). Сечение считается допустимым, если выполняется условие 10 из п.4.1:  $N \leq m_g \cdot \varphi_1 \cdot \gamma_n \cdot R \cdot A_c \cdot \omega$ .

### 3.6.3 Расчет центрально-сжатых армокаменных конструкций

Данный расчет производится в соответствии со СНиП II-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Условия опирания на горизонтальные опоры.
- Присутствие внешней нагрузки.
- Высота столба  $H$ .
- Марка/прочность раствора.
- Высота ряда кладки.
- Тип раствора.
- Марка кирпича или камня.
- Расчетная продольная сила от длительных нагрузок  $N_g$ .
- Расчетная продольная сила  $N$ .
- Является ли нагрузка только нагрузкой от собственной массы или нет.
- Уровень, для которого производится расчет: наиболее неблагоприятный или заданный (задается через окно «Параметры текущего расчета»).
- Высота рассматриваемого уровня  $z$  (если расчет производится для определенного уровня).
- Ширина сечения  $b$ .
- Высота сечения  $h$ .
- Коэффициент условий работы  $\gamma_c$ .
- Вид кладки.
- Поправочный коэффициент  $\gamma_d$  (выбирается согласно примечанию к таблице 4).
- Класс арматуры.
- Диаметр арматуры  $d_s$ .
- Размер ячейки сетки  $c$ .
- Расстояние между сетками по высоте  $s$ .

Для рассматриваемой кладки и раствора по таблице 4 определим, с учетом поправочного коэффициента, расчетное сопротивление кладки сжатию  $R$ . Для данного диаметра и класса арматуры определим расчетное сопротивление арматуры сжатию  $R_s$  по таблице 22\* СНиП 2.03.01 – 84\* «Бетонные и железобетонные конструкции». Площадь сечения арматуры  $A_{st} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ . Процент армирования  $\mu_{арм} = \frac{2A_{st}}{c \cdot s}$  считается допустимым, если он не превышает максимального процента армирования согласно примечанию 1

п. 4.30:  $\mu_{арм, max} = \max\{0,1; 50 \cdot \frac{R}{R_s}\}$ . Согласно п.4.30 определим расчетное сопротивление армированной кладки при центральном сжатии  $R_{sk}$ . Определим нормативное сопротивление арматуры в армированной кладке  $R_{sn}$  согласно п.3.20. По таблице 14 определим коэффициент  $k$  из п. 3.20. По формуле (6) определим временное сопротивление сжатию армированной кладки с сетчатой арматурой  $R_{sku} = kR + \frac{2R_{sn}\mu}{100}$ . Согласно п. 4.3. определим коэффициент  $\mu$ . Если нагрузкой является только собственная масса элемента в пределах рассматриваемого участка, то примем коэффициент  $k = 0,75$ , иначе  $k = 1$ . Расчетная высота конструкции  $l_0 = \mu \cdot H \cdot k$ . Гибкость элемента  $\lambda_h = \frac{l_0}{h}$ . По таблице 15 определим, с учетом примечания, упругую характеристику  $\alpha$ . По формуле (4) определим упругую характеристику кладки с сетчатым армированием  $\alpha_{sk} = \alpha \cdot \frac{kR}{R_{sku}}$ . По таблице 18 определим для рассматриваемого уровня с учетом п. 4.4, значение коэффициента  $\varphi$ . Также предусмотрен вариант ручного ввода коэффициента  $\varphi$  (способ получения коэффициента  $\varphi$  определяется через окно «Параметры текущего расчета»). Для полученного значения гибкости по таблице 20 определим  $\eta$ . Согласно п. 4.7 определим для рассматриваемого уровня с учетом п. 4.4 коэффициент  $m_g$ . Также предусмотрен вариант ручного ввода коэффициента  $m_g$  (способ получения коэффициента  $m_g$  определяется через окно «Параметры текущего расчета»). Площадь сечения элемента  $A = b \cdot h$ . Сечение считается допустимым по несущей способности, если выполняется условие 26 из п.4.30:  $N \leq m_g \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot R_{sk} \cdot A$ . Сечение считается допустимым, если оно является допустимым по проценту армирования и по несущей способности.

Кроме расчета элемента в ПО «СтройРасчеты» реализован автоматический подбор арматуры, удовлетворяющего данному расчету и обладающим минимальным диаметром. Подбор арматуры производится либо при каждом перерасчете, либо только при выборе пользователем пункта меню **Расчет -> Подобрать оптимальную арматуру**. Способ подбора арматуры выбирается пользователем в окне «Общие параметры».

### 3.6.4 Расчет внецентренно сжатых армокаменных конструкций

Данный расчет производится в соответствии со СНиП II-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Форма сечения: прямоугольная, тавровая или произвольная.
- Условия опирания на горизонтальные опоры.
- Присутствие внешней нагрузки.
- Высота столба  $H$ .
- Марка/прочность раствора.
- Высота ряда кладки.
- Тип раствора.
- Марка кирпича или камня.
- Расчетная продольная сила от длительных нагрузок  $N_g$ .
- Расчетная продольная сила  $N$ .
- Является ли нагрузка только нагрузкой от собственной массы или нет.
- Уровень, для которого производится расчет: наиболее неблагоприятный или заданный (задается через окно «Параметры текущего расчета»).
- Высота рассматриваемого уровня  $z$  (если расчет производится для определенного уровня).
- Ширина сечения  $b$  (для сечения прямоугольной и тавровой формы).
- Высота сечения  $h$  (для сечения прямоугольной и тавровой формы).
- Ширина полки сечения  $b_f$  (для сечения тавровой формы).
- Высота полки сечения  $h_f$  (для сечения тавровой формы).
- Площадь сечения  $A$  (для сечения произвольной формы).
- Момент инерции  $J$  (для сечения произвольной формы).
- Коэффициент условий работы  $\gamma_c$ .
- Вид кладки.
- Поправочный коэффициент  $\gamma_d$  (выбирается согласно примечанию к таблице 4).
- Эксцентриситет  $e_0$ .
- Эксцентриситет от длительных нагрузок  $e_{0g}$ .
- Класс арматуры: А - I
- Диаметр арматуры  $d_s$ .
- Размер ячейки сетки  $s$ .
- Расстояние между сетками по высоте  $s$ .

Для рассматриваемой кладки и раствора по таблице 4 определим, с учетом поправочного коэффициента, расчетное сопротивление кладки сжатию  $R$ . Для данного диаметра и класса арматуры определим расчетное сопротивление арматуры сжатию  $R_s$  по таблице 22\* СНиП 2.03.01 – 84\* «Бетонные и железобетонные конструкции». Площадь сечения арматуры

$A_{st} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ . Процент армирования  $\mu_{арм} = \frac{2A_{st}}{c \cdot s}$  считается допустимым, если он не превышает максимального процента армирования согласно примечанию 1

п. 4.30:  $\mu_{арм, max} = \max\{0,1; 50 \cdot \frac{R}{(1 - \frac{2e_0}{y}) \cdot R_s}\}$ . Определим площадь сечения

элемента  $A$  (для прямоугольного и таврового сечений). Определим расстояние от сжатого края сечения до центра тяжести  $y$ . Рассчитаем по формуле 31 п.4.31 расчетное сопротивление армированной кладки при

внецентренном сжатии  $R_{skb} = \max\{R + \frac{2\mu_{арм} \cdot R_s}{100} \cdot (1 - \frac{2e_0}{y}), 2R\}$ . Определим

нормативное сопротивление арматуры в армированной кладке  $R_{sn}$  согласно п.3.20. По таблице 14 определим коэффициент  $k$  из п. 3.20. По формуле (6) определим временное сопротивление сжатию армированной кладки с сетчатой арматурой  $R_{sku} = kR + \frac{2R_{sn}\mu}{100}$ . По формуле (4) определим упругую

характеристику кладки с сетчатым армированием  $\alpha_{sk} = \alpha \cdot \frac{kR}{R_{sku}}$ . Согласно п.

4.3. определим коэффициент  $\mu$ . Если нагрузкой является только собственная масса элемента в пределах рассматриваемого участка, то примем коэффициент  $k = 0,75$ , иначе  $k = 1$ . Расчетная высота конструкции  $l_0 = \mu \cdot H \cdot k$ . Для таврового сечения найдем момент инерции сечения  $J$ . Для таврового сечения и сечений произвольной формы найдем радиус инерции

сечения  $i = \sqrt{\frac{J}{A}}$ . Гибкость элемента для таврового сечения  $\lambda_i = \frac{l_0}{i}$ , для

прямоугольного сечения  $\lambda_h = \frac{l_0}{h}$ . По таблице 15 определим, с учетом

примечания, упругую характеристику  $\alpha$ . По таблице 18 определим для рассматриваемого уровня с учетом п. 4.4, значение коэффициента  $\varphi$ . Также предусмотрен вариант ручного ввода коэффициента  $\varphi$  (способ получения коэффициента  $\varphi$  определяется через окно «Параметры текущего расчета»). Согласно п.4.7 найдем высоту сжатой зоны  $h_c$ , площадь сжатой зоны  $A_c$  и



$\lambda_{hc} = \frac{H}{h_c}$ . По таблице 18 определим значение коэффициента  $\varphi_c$ . По формуле

15 п.4.7  $\varphi_1 = \frac{\varphi + \varphi_c}{2}$ . Для полученного значения гибкости по таблице 20

определим  $\eta$ . Согласно п. 4.7 определим для рассматриваемого уровня с учетом п. 4.4 коэффициент  $m_g$ . Также предусмотрен вариант ручного ввода коэффициента  $m_g$  (способ получения коэффициента  $m_g$  определяется через окно «Параметры текущего расчета»). По формулам таблицы 19 определим коэффициент  $\omega$ . Также предусмотрен вариант ручного ввода коэффициента  $\omega$  (способ получения коэффициента  $\omega$  определяется через окно «Параметры текущего расчета»). Сечение считается допустимым, если выполняется условие 29 из п.4.31:  $N \leq m_g \cdot \varphi_1 \cdot \gamma_{\bar{n}} \cdot R_{skb} \cdot A_c \cdot \omega$ . Сечение считается допустимым, если оно является допустимым по проценту армирования и по несущей способности.

Кроме расчета элемента в ПО «СтройРасчеты» реализован автоматический подбор арматуры, удовлетворяющего данному расчету и обладающим минимальным диаметром. Подбор арматуры производится либо при каждом перерасчете, либо только при выборе пользователем пункта меню **Расчет -> Подобрать оптимальную арматуру**. Способ подбора арматуры выбирается пользователем в окне «Общие параметры».

### 3.6.5 Расчет каменных конструкций на смятие (местное сжатие)

Данный расчет производится в соответствии со СНиП II-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Зона смятия согласно п. 4.16.
- Распределение давления: равномерное или с треугольной эпюрой.
- Требуется или не требуется установка распределительных плит под опорами изгибаемых элементов.
- Расстояние  $h$ .
- Расстояние  $b$ .
- Высота ряда кладки.
- Марка/прочность раствора.
- Марка кирпича или камня.
- Вид кладки.
- Тип нагрузки: местная или сумма местной и основной.
- Понижающий коэффициент  $\gamma_d$ .

- Коэффициент условий работы  $\gamma_c$ .
- Расчетная продольная сила  $N$ .

Для рассматриваемой схемы местного сжатия определим расчетную площадь сечения  $A$  и площадь смятия  $A_c$ . Согласно п. 4.13 определим коэффициент  $\psi \cdot d$ . По таблице 21 определим коэффициент  $\xi_1$ . По формуле (19) п. 4.14 определим коэффициент  $\xi = \min\left\{\sqrt[3]{\frac{A}{A_c}}, \xi_1\right\}$ . Для рассматриваемой кладки и раствора по таблице 4 определим, с учетом поправочного коэффициента, расчетное сопротивление кладки сжатию  $R$ . Расчетное сопротивление кладки на смятие определим по формуле (18) п. 4.14  $R_c = \xi \cdot R$ . Несущая способность считается допустимой, если выполняется условие (17) из п. 4.13.:  $N \leq \psi \cdot d \cdot R_c \cdot A_c$ .

### 3.6.6 Расчет допустимого отношения высот стен и столбов к их толщинам

Данный расчет производится в соответствии со СНиП II-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции». Исходными данными для этого расчета являются:

- Характеристика стен и столбов.
- Имеется или нет конструктивное продольное армирование в одном направлении
  - Закреплены или нет стены, перегородки и столбы в верхнем сечении.
  - Диаметр стены  $d$  (для столбов круглого сечения).
  - Условная толщина стены  $h$  (для стен с пилястрами и столбов сложного сечения).
- Радиус инерции сечения  $i$  (для стен с пилястрами и столбов сложного сечения).
  - Толщина стены  $h$  (для прочих стен и столбов).
  - Свободная длина стены  $l$ .
  - Высота этажа  $H$ .
  - Марка/прочность раствора.
  - Группа кладки.

Согласно п.6.17 определим предельное отношение  $\beta_{пред}$ . Согласно п.6.18 определим поправочный коэффициент  $k$ . Если имеется конструктивное продольное армирование, то согласно п.6.19 коэффициент  $k$  может быть увеличен на 20%. Согласно п.6.20, если стены, перегородки и столбы не закреплены в верхнем сечении, то коэффициент  $k$  должен быть уменьшен на 30%. Определим расчетное предельное отношение

$\beta_{\max} = k \cdot \beta_{\text{пред}}$ . Отношение стены (или столба) к толщине считается допустимым, если оно не превышает предельно допустимого отношения:

$$\beta = \frac{H}{h} \leq \beta_{\max}.$$

### 3.7. Расчеты по строительной теплотехнике

#### 3.7.1 Расчет сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Данный расчет производится в соответствии со СНиП II-3-79\*\* "Строительная теплотехника". Исходными данными для этого расчета являются:

- Зона влажности (сухая, нормальная или влажная).
  - Влажностный режим помещений (сухой, нормальный, влажный или мокрый).
  - Площадь ребер в конструкции  $F_1$ .
  - Площадь конструкции  $F_2$ .
  - Плотность материала  $\gamma$ .
  - Тип зданий и помещений.
  - Градусо-сутки отопительного сезона.
  - Тип ограждающих конструкций.
  - Количество слоев ограждающей конструкции.
  - Наименование материала каждого слоя ограждающей конструкции.
  - Толщина каждого слоя ограждающей конструкции.
  - Учитывается или нет коэффициент теплотехнической однородности  $r$ .
- Выбор производится пользователем в окне «Параметры текущего расчета».

Определим по приложению 3\* расчетные коэффициенты теплопроводности, а по формуле 3 термическое сопротивление каждого слоя ограждающей конструкции. По таблице 1б п. 2.1 определим минимальное значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций  $R_{\min}$ . Условия эксплуатации ограждающих конструкций определим по прил. 2. По таблице 4\* определим коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности  $\alpha_в$ . По таблице 6\* определим коэффициент теплоотдачи наружной поверхности для зимних условий  $\alpha_н$ . Термическое сопротивление ограждающей конструкции рассчитаем по формуле 5 п 2.6\*  $R_k = \sum R_{k,i}$ . Условное сопротивление теплопередаче панельных стен без учета теплопроводных включений  $R_0^{ysl} = \frac{1}{\alpha_в} + R_k + \frac{1}{\alpha_н}$ . Рассмотрим два случая:

1. Расчет производится с учетом коэффициента теплотехнической однородности  $r$ . В этом случае коэффициент  $r_1$ , учитывающий относительную площадь ребер в конструкции, определим по таблице 1 прил.

13\*  $r_1$ . Коэффициент  $r_2$ , учитывающий плотность материала ребер конструкции, определим по таблице 2 прил. 13\*  $r_2$ . По формуле (1) прил. 13\* определим коэффициент теплотехнической однородности  $r = r_1 \cdot r_2$ . Определим сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции по формуле (11) п.2.9\*:  $R_0 = R_0^{\text{н\acute{e}}} \cdot r$ .

2. Расчет производится без учета коэффициента теплотехнической однородности  $r$ . В этом случае принимается  $R_0 = R_0^{\text{уч\acute{т}}}$ .

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции считается допустимым, если оно не превышает минимального значения:  $R_0 = R_0^{\text{н\acute{e}}} \cdot r \geq R_{\text{min}}$ .