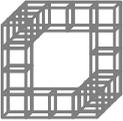


**SCAD Soft**

Программный комплекс  
Structure CAD Office  
для Windows 95/98/NT

---

**SCAD**  
**Structure** 

---

**КОМЕТА-2**  
Система расчета и конструирования  
узлов стальных конструкций

**Руководство пользователя**

Киев 2007

**УДК 681.3:624.014(031)**

**КОМЕТА-2. Система расчета и конструирования узлов стальных конструкций. Инструкция пользователя.**

Приведены основные сведения о программной системе расчета и конструирования узлов стальных конструкций КОМЕТА-2 . Для начинающих пользователей достаточно подробно и доступно, с необходимыми иллюстрациями и примерами изложены все вопросы, необходимые для работы с системой КОМЕТА-2.

## СОДЕРЖАНИЕ

Программа КОМЕТА .....	4
1.1 Общие сведения .....	4
1.2 Последовательность принятия решений .....	5
1.3 Главное окно .....	6
1.4 Настройки .....	8
1.5 Меню .....	9
1.6 Информационные режимы .....	10
1.6.1 Сталь .....	10
1.6.2 Сортамент металлопроката .....	12
1.6.3 Сортамент листовой стали .....	12
1.6.4 Материалы для сварки .....	13
1.6.5 Коэффициенты условий работы .....	13
1.6.6 Болты .....	14
1.6.7 Высокопрочные болты .....	15
1.6.8 Фундаментные болты .....	16
1.6.9 Нормали для стыковки элементов .....	17
1.6.10 Риски .....	17
1.6.11 Класс бетона .....	18
1.6.12 Марка бетона .....	18
1.7 Расчетные режимы .....	19
1.7.1 Жесткие базы колонн .....	19
1.7.2 Шарнирные базы колонн .....	26
1.7.3 Стыки балок .....	30
1.7.4 Узлы ферм .....	34
1.7.5 Сопряжение ригеля с колонной .....	44
1.7.6 Типовые узлы .....	50
Литература .....	52

# Программа КОМЕТА

## 1.1 Общие сведения

Программа **КОМЕТА** предназначена для экспертизы принятых проектных решений и проектирования наиболее распространенных типов узлов стержневых металлических конструкций зданий и сооружений в промышленном и гражданском строительстве. С помощью программы можно выполнить экспертизу принятого проектного решения в соответствии с требованиями СНиП II-23-81\* [17], а также запроектировать узел на основании принятого прототипа.

В отличие от изобретательства, проектирование по прототипу предполагает использование известных решений. Такой подход реализован в программе **КОМЕТА**, которая базируется на применении набора параметризованных конструктивных решений узлов (прототипов). Параметры прототипа зависят от заданных условий проектирования (материала, внутренних усилий и т.д.) и не могут быть определены независимо друг от друга, поскольку между ними обычно существуют определенные взаимосвязи.

Программа **КОМЕТА** ориентирована на указанный выше подход и позволяет повысить производительность труда проектировщика за счет возможности работы с широким набором прототипов и избавления высококвалифицированных специалистов от рутинной части работы по увязке и проверке значений параметров на их соответствие требованиям норм и условиям проектирования.

Для принятого технического решения узла определяются все его параметры, удовлетворяющие нормативным требованиям, а также ряду конструктивных и сортаментных ограничений. Нормативные требования, как и конструктивные ограничения, предусмотренные нормами, являются обязательными, их нарушение не допускается. Однако имеются и такие конструктивные ограничения, нарушение которых вызывает только предупреждение, и программа может получить решение с такого рода нарушениями.

Исходными данными для автоматизированного проектирования узлов металлоконструкций являются конфигурация или тип узла, тип и размеры поперечных сечений несущих элементов, сходящихся в данном узле, а также усилия, действующие в этих элементах.

Пользователю предоставляется возможность согласиться с предложенным решением или откорректировать его по собственному усмотрению с целью учета:

- принятой технологии изготовления конструкций;
- унификации решения в рамках проекта или в других принятых границах применения (проектной организации, завода-изготовителя и др.);
- использования нормализованных решений, обычно применяемых на предприятии;
- системы контроля качества продукции, принятой системы маркировки и др.

После этого программа выполняет диагностику проектного решения узла и генерирует чертеж, который представляет собой эскиз проектного решения узла с детализацией его параметров. С целью реализации возможности по доработке полученного технического решения узла, а также для возможных изменений формы представления чертежей (например, системы простановки размеров, некоторых условных обозначений и др.) предусмотрена возможность экспорта графических результатов работы программы в формат DXF-файлов системы AutoCAD.

## 1.2 Последовательность принятия решений

Общий ход решения задачи проектирования узлов металлоконструкций с помощью программы КОМЕТА представлен на рис. 1.2-1 в виде блок-схемы. Ниже приведем некоторые дополнительные комментарии, целью которых является описание ряда общих положений принятия решений, которые заложены в концепцию разработки программы и должны учитываться пользователем.



Рис. 1.2-1. Блок-схема процесса проектирования

Для каждого из прототипов узлов определен набор входящих параметров (расчетных параметров проектных решений), набор исходящих параметров, а также разработаны методы их определения. На основе представления узла конструкции формулируется математическая модель задачи, в состав которой включались набор переменных проектирования (неизвестные параметры проектного решения узла) и система ограничений.

В систему ограничений включены:

- *Ограничения по несущей способности* элементов, входящих в состав узла (строго говоря, несущая способность стержневых элементов, входящих в состав узла, должна быть обеспечена до начала проектирования или экспертизы узла. Выполняемые проверки являются дополнительными мажоритарными, проверяется только прочность элементов при работе их в упругой стадии), регламентированные строительными нормами;
- *ограничения сортамента* металлопроката фасонной и листовой стали;
- *конструктивные ограничения*, в составе которых нашли свое отображение условия изготовления элементов узлов, ограничения, накладываемые на размещение элементов относительно друг друга, обусловленные возможностью устройства сварных и болтовых соединений, условия свариваемости элементов различной толщины и другие.

При экспертизе или проектировании узла находятся значения **коэффициентов использования ограничений**. Физическая интерпретация такого коэффициента  $K_j$  состоит в определении имеющегося запаса прочности, устойчивости или другого нормируемого параметра качества. Так, если нормативное ограничение выполняется с запасом, то коэффициент использования такого ограничения равен относительной величине исчерпания нормативного требования (например,  $K_j = 0.7$  соответствует 30%-му запасу). Если значение  $K_j > 1$  для некоторого ограничения, то такое ограничение нарушено, и в таком случае коэффициент использования ограничений характеризует величину перегрузки.

Экспертиза узла в соответствии с требованиями строительных норм в программе реализована как однократное определение для заданных входящих параметров технической системы ее отклика и вычисление всех  $K_j$ , значения которых сообщаются пользователю.

Проектирование узла (подбор неизвестных параметров конструктивного решения узла) реализован как целенаправленное многократное улучшение некоторого начального проектного решения узла в сторону удовлетворения системы ограничений с учетом критериальных требований. При этом не гарантируется получение оптимального проектного решения узла, а только получение *рационального* проектного решения, удовлетворяющего всем требованиям строительных норм, а также системе сортаментных и конструктивных ограничений.

В том случае, когда при заданных пользователем исходных данных невозможно получить техническое решение узла, удовлетворяющее нормам проектирования, программа выполняет анализ несущей способности (диагностику) проектного решения узла, выводит результаты расчета и приводит рекомендации по улучшению его несущей способности.

Во всех режимах работы программы (кроме режима «Сопряжение ригеля с колонной» принято, что все элементы, сходящиеся в узле, и вспомогательные элементы сопряжения (фасонки, ребра, опорные столики и др.) выполнены из одной стали.

Экспертиза и проектирование узлов, как правило, выполняется на действие нескольких нагружений или их сочетаний, которые могут быть заданы пользователем, либо импортированы в программу КОМЕТА. Следует заметить, что последовательность задания сочетаний нагрузок в некоторых случаях может влиять на результат проектирования.

### 1.3 Главное окно

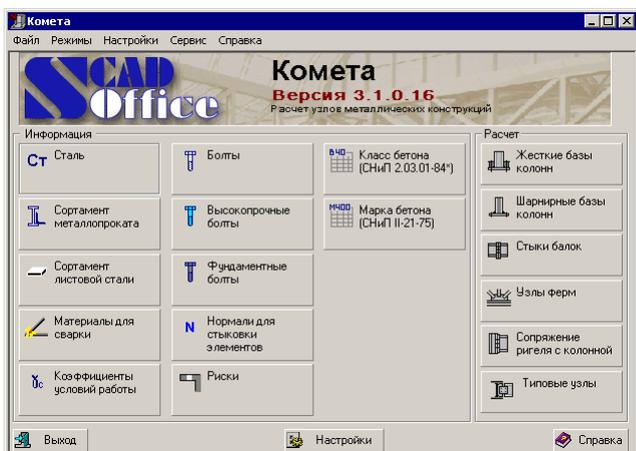


Рис. 1.3-1. Главное окно программы КОМЕТА

*Информационные режимы* представлены следующим набором:

- **Сталь** – режим, функцией которого является реализация рекомендаций строительных норм по выбору марок стали (табл. 50\* СНиП II-23-81\* [17]). Кроме того, выдаются справки о соответствии классов стали по СНиП II-23-81\* [17] (по ГОСТ 27772-88\* [14]) маркам стали по ГОСТ или ТУ (табл. 51, б СНиП II-23-81\* [17]) и справочные данные о расчетных сопротивлениях (табл. 51\* СНиП II-23-81\* [17]);
- **Сортамент металлопроката** – режим, который дает возможность просмотра сортаментов фасонной стали;
- **Сортамент листовой стали** – режим, который дает возможность просмотра сортамента листовой стали;

При обращении к программе первым на экране появляется главное окно (рис. 1.3-1), содержащее набор кнопок для выбора режима работы. Эти режимы можно разделить на две группы:

- *информационные режимы*, выполняющие справочные и вспомогательные операции, объединенные в группу **Информация**;
- *расчетные режимы*, реализующие экспертизу и проектирование узлов металлических конструкций, объединенные в группу **Расчет**.

Детальное описание каждого из режимов приводится в последующих разделах. Представим здесь их краткую характеристику.

- **Материалы для сварки** – режим, в котором реализованы требования разделов СНиП II-23-81\* [17] в части выбора материалов для сварных соединений и расчетных сопротивлений сварных соединений;
- **Коэффициенты условий работы** – режим, предназначенный для просмотра и выбора значений коэффициентов условий работы элементов металлических конструкций и сварных соединений ( $\gamma_c$ ), а также коэффициентов условий работы болтовых соединений и соединений на высокопрочных болтах ( $\gamma_b$ ) по рекомендациям СНиП II-23-81\* [17];
- **Болты** – режим, обеспечивающий возможность просмотра сортамента болтов (сведения о производстве по состоянию на 1998 г.) с указанием их рекомендуемых классов в зависимости от заданных условий эксплуатации конструкции;
- **Высокопрочные болты** – режим, содержащий сведения о конструкции, размерах и механических свойствах высокопрочных болтов, а также о перечне гаек и шайб для таких болтов с указанием их размеров и геометрических характеристик;
- **Фундаментные болты** – режим, содержащий сведения о конструкции, размерах и механических свойствах высокопрочных болтов, а также о перечне гаек и шайб для таких болтов с указанием их размеров и геометрических характеристик;
- **Нормали для стыковки элементов** – режим, в котором приводятся характеристики равнопрочных стыков прокатных элементов, соединяемых с помощью сварки на накладках;
- **Риски** – режим, предназначенный для получения справки о рекомендуемом расположении болтовых отверстий в прокатных профилях;
- **Класс бетона** – информационный режим, позволяющий определить нормативное сопротивление бетона, а также расчетное сопротивление для первой и второй групп предельных состояний в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие в соответствии со СНиП 2.03.01-84\* [18];
- **Марка бетона** – режим, где предоставлена возможность просмотра значений расчетных и нормативных сопротивлений бетона различных марок в соответствии со СНиП II-21-75 [16], а также приведена информация о соотношении марок и классов бетона в соответствии с ГОСТ 26633-91 [12].

В группу *расчетных режимов* входят:

- **Жесткие базы колонн** – режим, предназначенный для экспертизы и проектирования узлов баз колонн, реализующих жесткое закрепление колонны в фундаменте;
- **Шарнирные базы колонн** – режим, предназначенный для экспертизы и проектирования шарнирных узлов баз колонн;
- **Стыки балок** – режим, служащий для экспертизы и проектирования стыков балок, выполненных с помощью накладок или на фланцах;
- **Узлы ферм** – режим, предназначенный для экспертизы и проектирования узлов ферм;
- **Сопряжение ригеля с колонной** – режим экспертизы и проектирования конструктивных решений шарнирных и жестких узлов сопряжений ригеля с колонной;
- **Типовые узлы** – режим для проектирования типовых узлов сопряжений балок в одном уровне, выполненных на болтах или при помощи опорного уголка.

Обращение к любому из указанных режимов приводит к появлению многостраничного диалогового окна, с помощью которого выполняются операции ввода данных и анализа результатов.

В главном окне программы располагается ряд кнопок, являющихся общими элементами управления для всех режимов работы. К ним относятся кнопки: **Выход**, **Настройки** и **Справка**. Кнопки **Справка** и **Выход** выполняют обычные для Windows-приложений функции – запрос справочной информации и прекращение работы программы соответственно.

Кнопка **Настройки** предназначена для открытия диалогового окна **Настройки приложения**, с помощью которого выполняется настройка общих параметров работы программы (см. п. 1.4).

Для возвращения в главное окно программы **КОМЕТА** во всех режимах используется кнопка **Меню**.

## 1.4 Настройки

Диалоговое окно **Настройки приложения** может быть вызвано в любой момент работы программы. С его помощью выполняется настройка общих параметров работы программы. Окно содержит четыре закладки, каждой из которых соответствует страница для выбора определенного параметра настройки: **Каталоги сечений**, **Единицы измерения**, **Отчет и языки** и **Визуализация**. Каждой из закладок соответствует страница, которая обеспечивает выбор определенного вида параметров настройки.

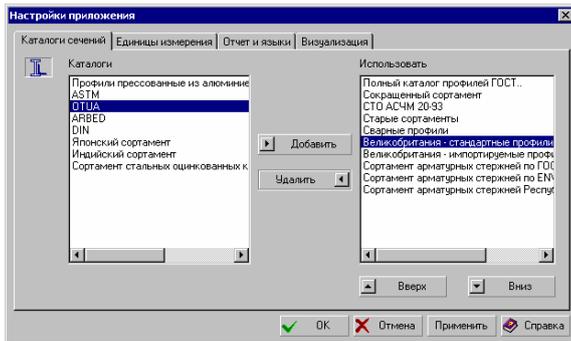


Рис. 1.4-1. Страница **Каталоги сечений** диалогового окна **Настройки приложения**

На странице **Каталоги сечений** (рис. 1.4-1) выполняется назначение каталогов сортамента металлопроката, которые будут использоваться в программе. В левом списке представлены наименования каталогов, включенных в программу, а в правом – каталоги, выбранные для работы. Копирование выбранных (отмеченных) каталогов из левого списка в правый и удаление их из правого списка выполняется кнопками **Добавить** и **Удалить** соответственно. Удаление каталогов из левого списка не предусмотрено.

Каталоги, помещенные в правый список, можно расположить в удобном для работы порядке (в этом порядке они будут находиться в списке или в диалоговых окнах для выбора элементов металлопроката). Для перемещения выбранных каталогов вверх или вниз по списку, используются одноименные кнопки.

Страница **Единицы измерения** (рис. 1.4-2) определяет используемые единицы измерения величин. Она включает две группы данных.

В первой группе задаются единицы измерения, применяемые для определения размеров конструкции, сил, моментов и т.д.

Для составных единиц (таких, как моменты сил, давление и т.д.) предусмотрена возможность отдельного выбора единиц измерения составляющих (например, единиц измерения сил и единиц измерения плеча для моментов). Для этого используется кнопка



Рис. 1.4-2. Страница **Единицы измерения** диалогового окна **Настройки приложения**

Вторая группа позволяет регулировать форму представления и точность задания данных. Специальные элементы управления используются для назначения форматов представления данных. Здесь задается количество значащих цифр при представлении данных в форме с десятичной точкой или в экспоненциальном представлении.

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

Страница **Отчет и языки** (рис. 1.4-3) дает возможность выбрать язык, на котором будут представлены все тексты в управляющих окнах и оформлен отчет.

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

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

Естественно, что исправления, внесенные в текст отчета (а могут быть исправлены и результаты расчета), остаются на совести пользователя.

Существуют различия в формате RTF-файлов, которые используются программами MS Word v.7 и MS Word 97 (2000). В связи с этим в настройках предусмотрена возможность выбора формата в режиме **Тип отчета**.

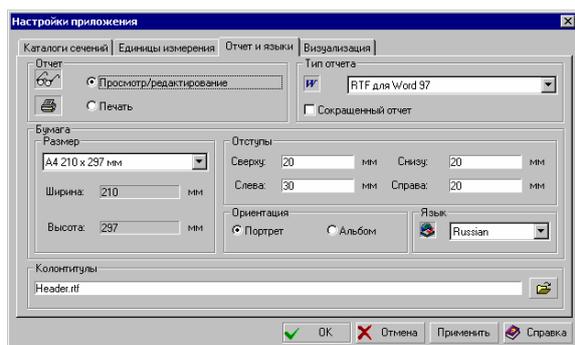


Рис. 1.4-3. Страница **Отчет и языки** диалогового окна **Настройки приложения**

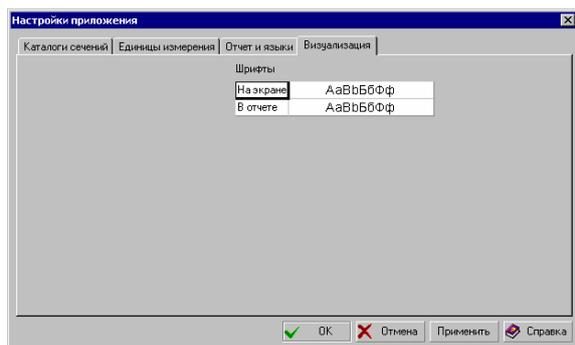


Рис. 1.4-4. Страница **Визуализация** диалогового окна **Настройки приложения**

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

В строке **Колонтитулы** можно указать имя RTF-файла, из которого берутся колонтитулы для оформления страниц отчетного документа. Файл выбирается из стандартного списка нажатием кнопки  <sup>1</sup>

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

Помимо этого, можно установить отступы и ориентацию листа при формировании отчетного документа.

На странице **Визуализация** (рис. 1.4-4) в группе элементов управления **Шрифты** показаны текущие атрибуты шрифта. Двойной щелчок левой кнопки мыши по строке с образцом шрифта активизирует стандартное окно Windows для настройки шрифта.

Для выхода в главное окно программы **КОМЕТА** с применением внесенных изменений в значения общих параметров работы служит кнопка **ОК**, без применения сделанных изменений – кнопка **Отмена**.

## 1.5 Меню

**Файл** Раздел **Файл** включает две команды: **Меню** и **Выход**, – при обращении из главного окна программы и четыре команды: **Меню**, **Открыть**, **Сохранить как...** и **Выход**, – при обращении из расчетных режимов.

**Меню** – с помощью этой команды выполняется переход в главное окно программы (дублируется одноименная кнопка).

**Открыть** – позволяет загрузить сохраненные ранее данные.

**Сохранить как ...** – сохранение введенной информации во внешнем файле, при этом директория и имя файла, в котором следует сохранить данные, задаются пользователем в

<sup>1</sup> Если Вы хотите модифицировать поставляемый с программой RTF-файл колонтитулов, то при использовании с этой целью программы MS Word следует помнить, что недостаточно просто ввести новый текст, нужно еще использовать меню **Tools|Language|Set Language (Сервис|Язык|Выбрать язык)** и установить для вновь введенного текста язык, например, *Русский*.

стандартном диалоговом окне Windows.

**Выход** – завершение работы с программой.

- Режимы** Раздел **Режимы** содержит перечень всех режимов работы программы и позволяет обращаться к ним из любого текущего режима без перехода в главное окно.
- Настройки** Из этого раздела вызывается диалоговое окно **Настройки**, в котором выполняется настройка общих параметров работы (дублируется действие одноименной кнопки).
- Сервис** Поскольку при работе с программой часто возникает необходимость выполнить некоторые дополнительные расчеты, то в разделе **Сервис** предусматривается возможность вызова стандартного калькулятора среды Windows (если он установлен в системе), а также калькуляторов для расчетов по формулам и преобразования единиц измерения.
- Справка** В этом разделе меню находится справочная информация по управлению и описание основных функций программы.

## 1.6 Информационные режимы

### 1.6.1 Сталь

Режим **Сталь** служит для выбора марки стали для несущих и конструктивных элементов проектируемых узлов металлоконструкций. Выбор марки стали осуществляется для четырех групп конструкций в соответствии с таблицей 50\* СНиП II-23-81\*. Методика отнесения конструкции к определенной группе использует результаты работы [15].

Страница **Условия применения** (рис. 1.6.1-1) содержит шесть групп данных.

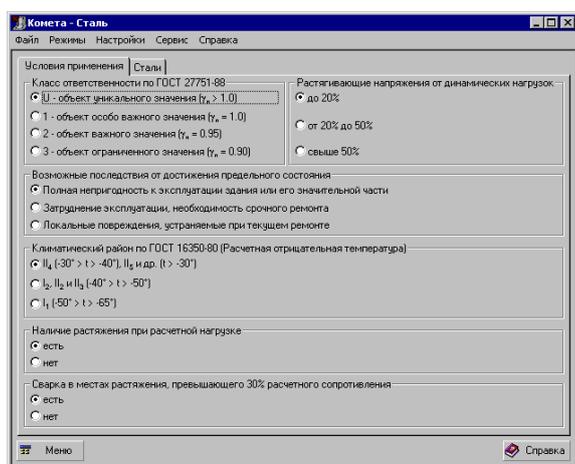


Рис. 1.6.1-1. Страница **Условия применения** режима **Сталь**

После заполнения всех данных первой рассматриваемого окна.

Страница **Стали** (рис. 1.6.1-2) содержит ссылку на группу конструкций по таблице 50\* СНиП II-23-81\*, которая соответствует указанным на предыдущей странице условиям эксплуатации, список рекомендуемых для этой группы сталей по ГОСТ 27772-88\* [14] и список марок сталей по другим стандартам и техническим условиям, которые могут быть использованы взамен рекомендуемой стали. Здесь же приведены справочные данные о расчетных сопротивлениях по пределу текучести ( $R_y$ ) и временному сопротивлению ( $R_u$ ).

В группе **Класс ответственности по ГОСТ 27751-88** [13] необходимо выбрать один из четырех нормируемых случаев, при этом необходимо помнить, что коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n$  для уникальных объектов по умолчанию принят  $\gamma_n = 1.2$ .

В группе **Возможные последствия от достижения предельного состояния** предлагается выбор последствий выхода за предельное состояние.

В других группах выполняется выбор характеристик напряженного состояния (**Наличие растяжения при расчетной нагрузке** и **Растягивающие напряжения от динамических нагрузок**), а также указывается температурный режим эксплуатации (**Климатический район по ГОСТ 16350-80**) [9]. Последняя группа требует указания на наличие сварки в зоне растяжения (**Сварка в местах растяжения, превышающего 30% расчетного сопротивления**).

После заполнения всех данных первой страницы необходимо перейти на страницу **Стали**

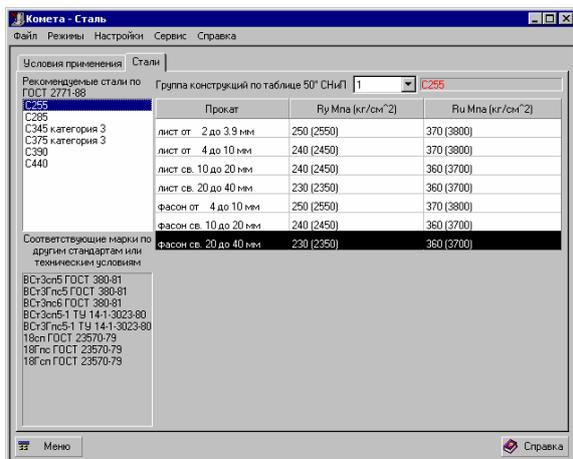


Рис. 1.6.1-2. Страница Сталь  
режима Сталь



Необходимо заметить, что программа не приводит все детали, которые обязательно отмечаются в заказе металла, такие, например, как в примечаниях к таблицам 50\* и 51, б СНИП II-23-81\*. Для составления заказа металла необходимо руководствоваться первичной нормативно-технической документацией. Кроме того, не приводятся справочные сведения о сталях для труб в соответствии с таблицей 51, а.

Поскольку для полученной группы конструкций может возникнуть необходимость в использовании стали более высокого качества, чем это следует из рекомендаций СНИП II-23-81\*, то предоставляется возможность повысить (но не понизить!!) группу конструкций, выбрав ее номер из соответствующего выпадающего списка (**Группа конструкций по таблице 50\* СНИП**). Естественно, что при этом изменится и список рекомендуемых сталей.

Если отметить строку в таблице проката и нажать кнопку **Применить**, то данные о выбранной марке стали и о ее расчетных сопротивлениях будут использоваться при проверке несущей способности узлов металлических конструкций.-

### 1.6.2 Сортамент металлопроката

Режим **Сортамент металлопроката** дает возможность просмотра сортментов, представленных в базе данных программы КОМЕТА.

Диалоговое окно этого режима представляет список сортментов **Каталоги металлопроката**, представленный в виде древовидной структуры, расположенной слева. При указании курсором на интересующий тип профиля в информационном окне выводится таблица с характеристиками профилей данного вида (рис. 1.6.2-1). При выборе конкретного профиля в том же окне будет показано поперечное сечение профиля с размерами (рис. 1.6.2-2).

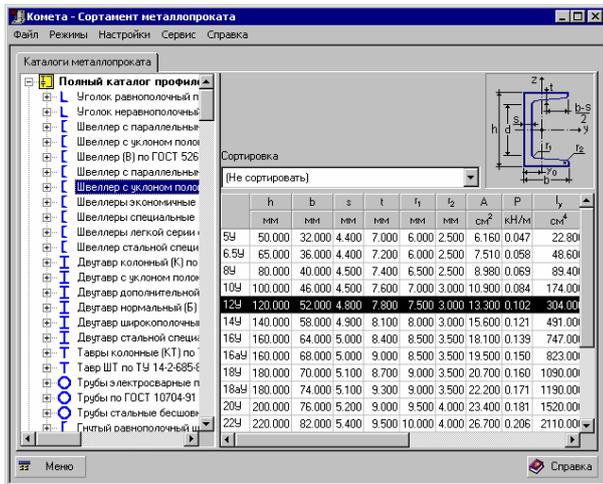


Рис. 1.6.2-1. Диалоговое окно режима Сортамент металлопроката (выбран тип профиля)

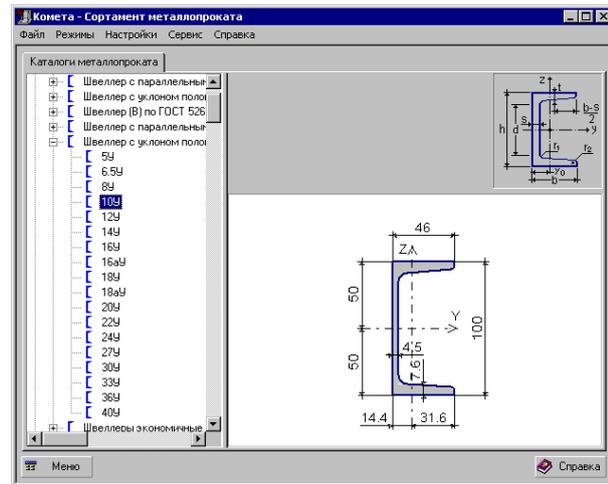


Рис. 1.6.2-2. Диалоговое окно режима Сортамент металлопроката (выбран конкретный профиль)

### 1.6.3 Сортамент листовой стали

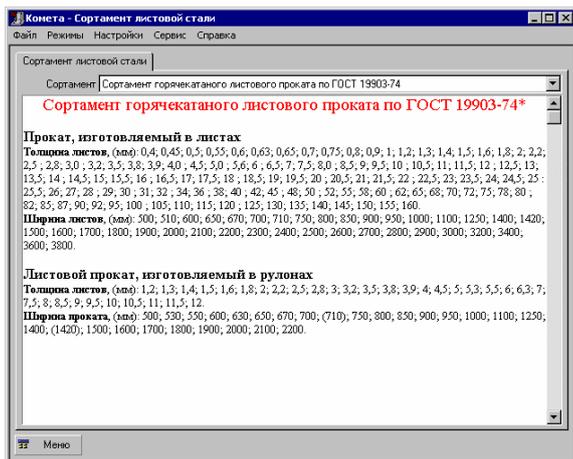


Рис. 1.6.3-1. Диалоговое окно режима Сортамент листовой стали

Режим **Сортамент листовой стали** (рис. 1.6.3-1) дает возможность просмотра сортментов горячекатаного листового проката по ГОСТ 19903-74 [7], холоднокатаного листового проката по ГОСТ 19904-90 [8], горячекатаного широкополосного универсального проката по ГОСТ 82-70\* [1] и горячекатаных полос по ГОСТ 103-76\* [2].

Для выбора того или иного сортамента листовой стали служит выпадающий список **Сортамент**. При выборе конкретного сортамента в информационном окне режима будет представлен сортментный ряд толщин и ширин листового проката.

## 1.6.4 Материалы для сварки

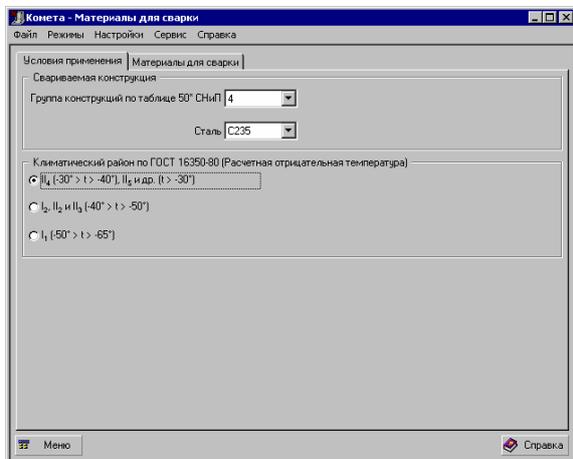


Рис. 1.6.4-1. Страница Условия применения режима Материалы для сварки

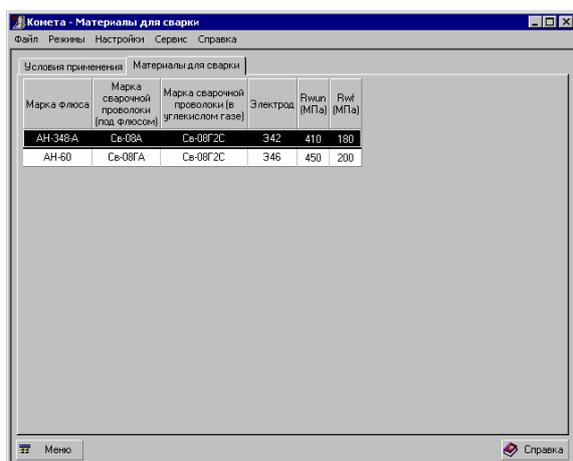


Рис. 1.6.4-2. Страница Материалы для сварки одноименного режима

## 1.6.5 Коэффициенты условий работы

Режим **Коэффициенты условий работы** предназначен для просмотра и выбора значений коэффициентов условий работы элементов металлоконструкций ( $\gamma_c$ ) при расчете их соединений и коэффициентов условий работы болтовых соединений ( $\gamma_b$ ).

Диалоговое окно этого режима содержит три страницы: **Соединяемые элементы**, **Болтовые соединения** и **Соединения на высокопрочных болтах**.

На странице **Соединяемые элементы** (рис. 1.6.5-1) приведены значения коэффициентов условий работы  $\gamma_c$  в соответствии с поз. 1, 2 табл. 6\* и пп. 3, 4 примечаний к табл. 6\* СНиП II-23-81\* [17].

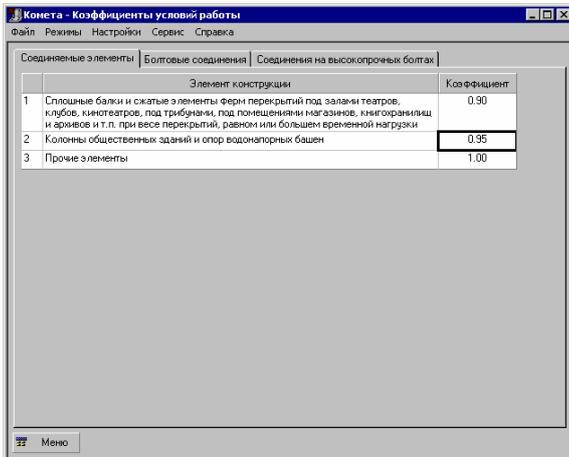


Рис. 1.6.5-1. Страница Соединяемые элементы режима Коэффициенты условий работы

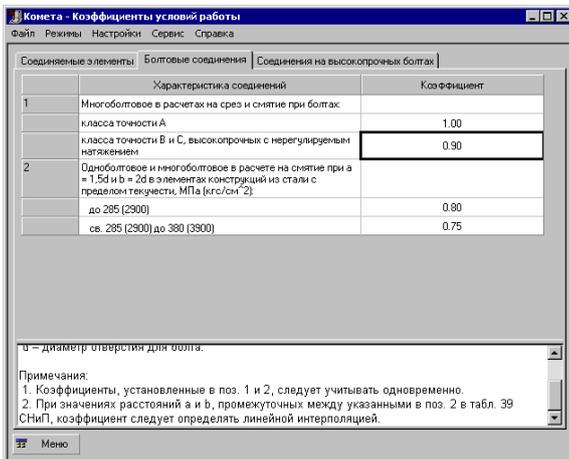


Рис. 1.6.5-2. Страница Болтовые соединения режима Коэффициенты условий работы

На странице **Болтовые соединения** (рис. 1.6.5-2) в табличной форме приведены значения коэффициентов условий работы болтовых соединений  $\gamma_b$  в соответствии с табл. 35\* СНиП II-23-81\* [17]. Обозначения, принятые в таблице, описаны в информационном окне, расположенном внизу рассматриваемой страницы.

Страница **Соединения на высокопрочных болтах** (рис. 1.6.5-3) содержит информацию о значениях коэффициентов условий работы соединений на высокопрочных болтах  $\gamma_b$ , приведенных в п. 11.13\* СНиП II-23-81\* [17].

Нажатием кнопки **Применить** выбранные значения коэффициентов условий работы  $\gamma_c$  и условий работы болтовых соединений  $\gamma_b$  будут применены для использования в расчетных режимах работы программы.

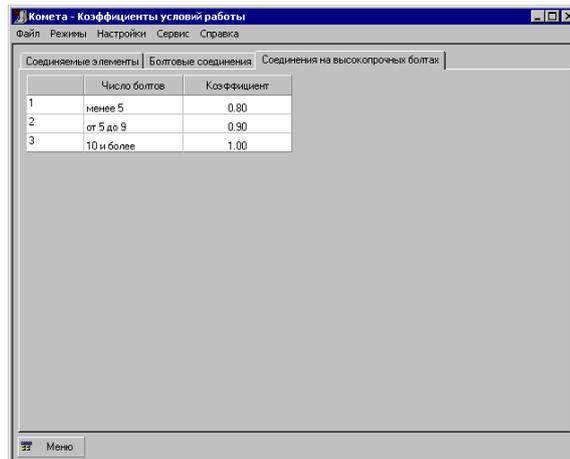


Рис. 1.6.5-3. Страница Соединения на высокопрочных болтах режима Коэффициенты условий работы

## 1.6.6 БОЛТЫ

Режим **Болты** обеспечивает возможность просмотра сортаментов болтов с указанием их класса для выбранных условий эксплуатации конструкции и предполагаемого характера работы болтового соединения. Выбор болтов реализуется для четырех групп конструкций в соответствии с таблицей 57\* СНиП II-23-81\*.

Страница **Условия эксплуатации** (рис. 1.6.6-1) содержит три группы данных:

- **Тип конструкции**, где выбирается один из двух нормируемых случаев по требованиям, предъявляемым к выносливости болтового соединения;
- **Условия работы болтов** — для выбора варианта работы болта в соединении;
- **Климатический район по ГОСТ 16350-80** [9], где указывается один из предусмотренных в СНиП II-23-81\* температурных режимов эксплуатации.

После заполнения всех данных первой страницы необходимо перейти на вторую страницу рассматриваемого диалогового окна – страницу **Болты**.

Страница **Болты** (рис. 1.6.6-2) содержит список рекомендуемых классов болтов и сведения о

сортаменте болтов в зависимости от заданных условий эксплуатации конструкции и предполагаемого характера работы болтового соединения.

Страница **Нормативные документы** предоставляет пользователю информацию о перечне нормативных документов, используемых при проектировании болтовых соединений.

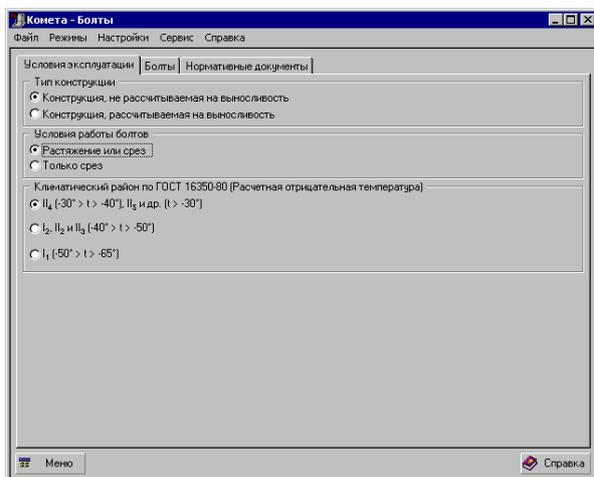


Рис. 1.6.6-1. Страница Условия эксплуатации режима Болты

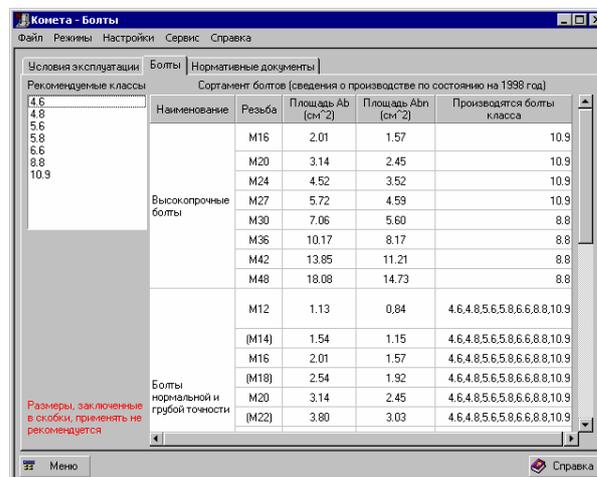


Рис. 1.6.6-2. Страница Болты режима Болты

## 1.6.7 Высокопрочные болты

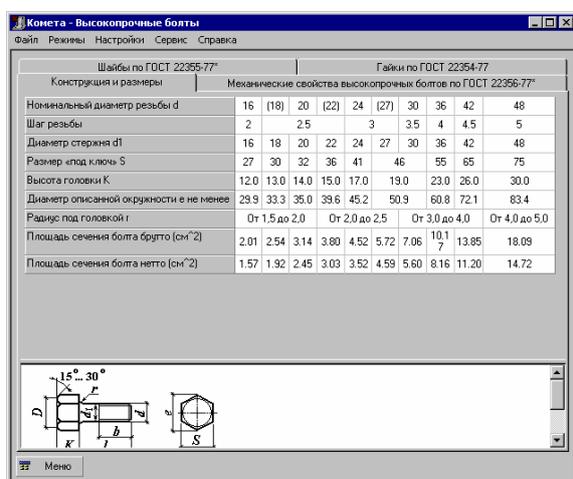


Рис. 1.6.7-1. Диалоговое окно режима Высокопрочные болты

Режим **Высокопрочные болты** (рис. 1.6.7-1) содержит сведения о конструкции, размерах и механических свойствах высокопрочных болтов (страницы **Конструкции и размеры** и **Механические свойства высокопрочных болтов по ГОСТ 22356-77\*** [10], соответственно), которые могут использоваться в соединениях элементов металлических конструкций. Кроме того, на страницах **Гайки по ГОСТ 22356-77\*** [10] и **Шайбы по ГОСТ 22356-77\*** [10] приводится перечень, соответственно, гаек и шайб для таких болтов с указанием их размеров и геометрических характеристик.

Данная информация представлена в табличной форме и сопровождается всеми необходимыми графическими материалами (рис. 1.6.7-1).

### 1.6.8 фундаментные болты

Режим **Фундаментные болты** предназначен для просмотра справочной информации о типах фундаментных болтов с указанием расчетного сопротивления растяжению.

Диалоговое окно этого режима содержит четыре страницы: **Фундаментные болты**, **Основные размеры**, **Марки стали** и **Расчетные сопротивления растяжению**.

На странице **Фундаментные болты** (рис. 1.6.8-1) предоставлена графическая информация о типах фундаментных болтов. Страница **Основные размеры** (рис. 1.6.8-2) содержит в табличной форме информацию о геометрических размерах и расчетной площади сечений в зависимости от типа и диаметра фундаментных болтов. Страница **Марки стали** (рис. 1.6.8-3) предоставляет информацию об используемых марках стали для фундаментных болтов в зависимости от климатического района строительства. На странице **Расчетные сопротивления растяжению** (рис. 1.6.8-4) приведены расчетные сопротивления растяжению в зависимости от диаметра и марки стали фундаментных болтов.

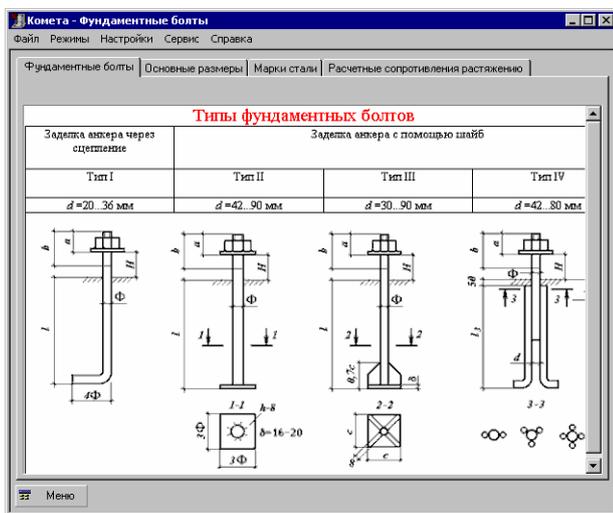


Рис. 1.6.8-1. Страница **Фундаментные болты** одноименного режима

Диаметр болта D, мм	Длина выступающей части a, мм	Длина нарезной части b, мм	Типы фундаментных болтов				
			I	II	III	IV	
			Нормальная заделка l, мм	Минимальная заделка l, мм	Полная плита: ширина c, мм; толщина, мм	Число и диаметр привариваемых стальных	Заделка основного стержня П, мм
20	35	60	700	-	-	-	-
22	40	65	800	-	-	-	-
24	45	70	850	-	-	-	-
27	50	75	1000	-	-	-	-
30	55	80	1050	-	500	140	20
36	65	90	1300	-	600	200	20
42	70	100	-	1500	700	200	20
48	80	110	-	1700	800	240	25
56	100	120	-	2000	1000	240	25
64	110	130	-	2300	1100	280	30
72	120	145	-	2600	1300	280	30

Рис. 1.6.8-2. Страница **Основные размеры** режима **Фундаментные болты**

Сталь марки	Климатический район строительства (расчетная t, °C)
Вст3кп2 и Вст3кп2 по ГОСТ 380-71*, 20 по ГОСТ 1050-88	И4 (-30° > t > -40°), И5 и др. (t > -30°)
09Г2С-6 и 10Г2С1-6 по ГОСТ 19281-89	И2, И2, И3 (-40° > t > -50°)
09Г2С-8 и 10Г2С1-8 по ГОСТ 19281-89	И1, (-50° > t > -65°)

Рис. 1.6.8-3. Страница **Марки стали** режима **Фундаментные болты**

Диаметр болта, мм	Расчетное сопротивление, МПа, болтов из стали марок	
	ВСт3кп2	10Г2С1
12-20	235	240
21-32	230	235
33-60	225	225
61-80	220	215
81-100	215	-
101-140	-	-

Рис. 1.6.8-4. Страница **Расчетные сопротивления растяжению** режима **Фундаментные болты**

### 1.6.9 Нормали для стыковки элементов

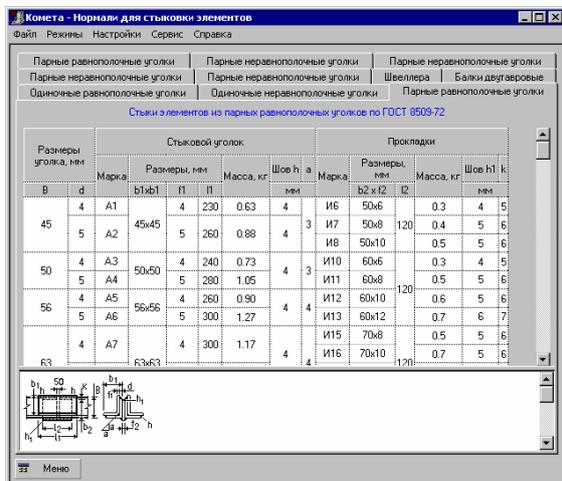


Рис. 1.6.9-1. Диалоговое окно режима **Нормали для стыковки элементов**

В режиме **Нормали для стыковки элементов** (рис. 1.6.9-1) приводятся характеристики равнопрочных стыков прокатных элементов, соединяемых с помощью сварки на накладках [20].

Диалоговое окно данного режима содержит десять страниц с полным описанием конструктивных решений стыков элементов из балок двутавровых по ГОСТ 8239-89 [3], швеллеров по ГОСТ 8240-89 [4], одиночных и парных равнополочных уголков по ГОСТ 8509-86 [5], одиночных и парных неравнополочных уголков по ГОСТ 8510-86 [6].

### 1.6.10 РИСКИ

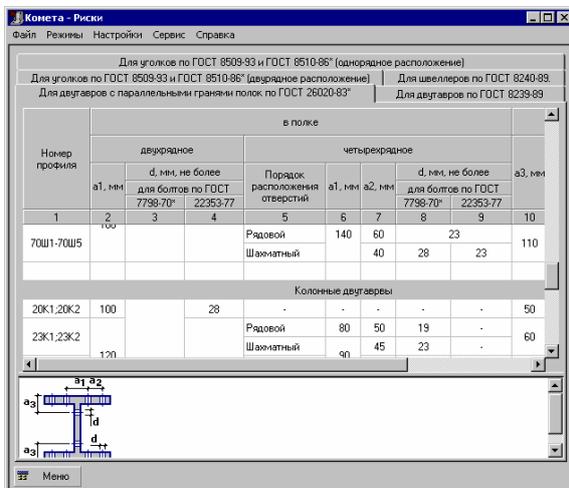


Рис. 1.6.10-1. Диалоговое окно режима **Риски**

Режим **Риски** (рис. 1.6.10-1) предназначен для получения справки о рекомендуемом расположении болтовых отверстий в пределах прокатного профиля [21]. Данная информация представлена в табличной форме и приводится для уголков по ГОСТ 8509-86 [5] и ГОСТ 8510-86\* [6] (при одно- и двухрядном расположении болтовых отверстий), для швеллеров по ГОСТ 8240-89 [4], для двутавров по ГОСТ 8239-89 [3] и для двутавров с параллельными гранями полок по ГОСТ 26020-83\* [11]. В информационном поле в нижней части диалогового окна приводится графическое отображение профиля с указанием принятых в таблице обозначений размеров.

### 1.6.11 Класс бетона

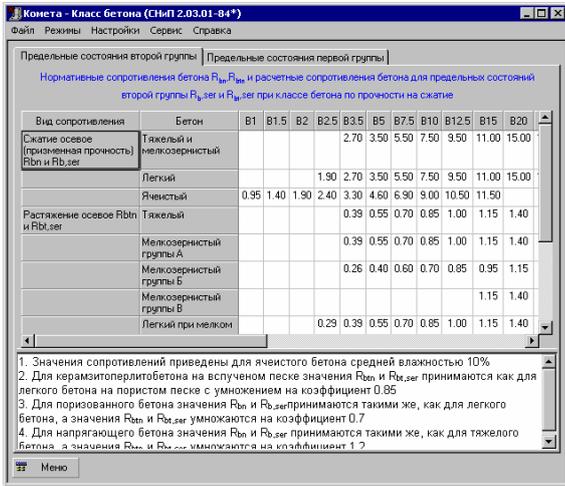


Рис. 1.6.11-1. Диалоговое окно режима Класс бетона (СНиП 2.03.01-84\*)

### 1.6.12 Марка бетона

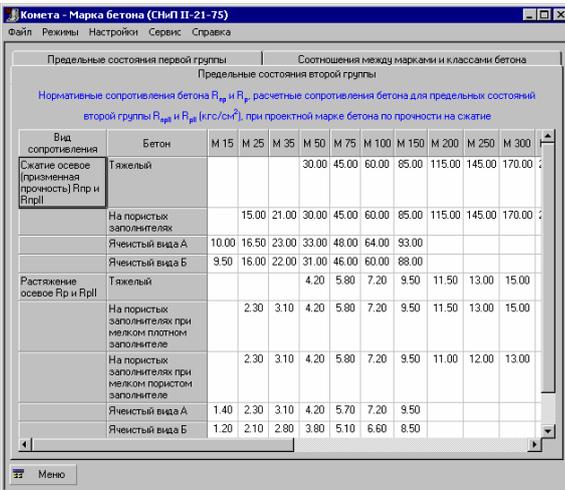


Рис. 1.6.12-1. Диалоговое окно режима Марка бетона (СНиП II-21-75)

Режим **Класс бетона (СНиП 2.03.01-84\*)** (рис. 1.6.11-1) предназначен для выбора значения нормативного сопротивления бетона, а также расчетного сопротивления бетона для предельных состояний первой группы (страница **Предельные состояния первой группы**) и второй группы (страница **Предельные состояния второй группы**) в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие в соответствии со СНиП 2.03.01-84\* [18].

Режим **Марка бетона (СНиП II-21-75)** (рис. 1.6.11-1) предназначен для получения информации о нормативных и расчетных сопротивлениях бетона для предельных состояний первой группы (страница **Предельные состояния первой группы**) и второй группы (страница **Предельные состояния второй группы**) в зависимости от проектной марки бетона по прочности на сжатие в соответствии со СНиП II-21-75 [16].

На странице **Соотношения между марками и классами бетона** содержится информация о соотношениях между марками и классами бетона по прочности на сжатие в соответствии с ГОСТ 26633-91 [12].

## 1.7 Расчетные режимы

### 1.7.1 Жесткие базы колонн

Режим **Жесткие базы колонн** предназначен для проектирования и оценки несущей способности конструктивных решений узлов баз колонн, с помощью которых реализовано жесткое закрепление колонны в фундаменте. Этот режим охватывает широкий спектр конструктивных решений узлов данного типа, а именно:

- базы с фрезерованным торцом (рис. 1.7.1-1);
- базы с траверсами и консольными ребрами (рис. 1.7.1-2);
- базы с выносными траверсами (рис. 1.7.1-3).

При работе этого режима в соответствии со СНиП II-23-81\* [17] выполняются проверки:

- прочности конструктивных элементов, входящих в состав узла базы колонны (опорной плиты, фундаментных болтов, анкерных пластинок, траверс и консольных ребер, бетона фундамента на местное смятие);
- прочности сварных соединений узлов (крепления колонны к опорной плите, крепления траверсы к стержню колонны и к опорной плите, крепления консольного ребра к стержню колонны и к траверсе);
- ряда конструктивных и сортаментных ограничений.

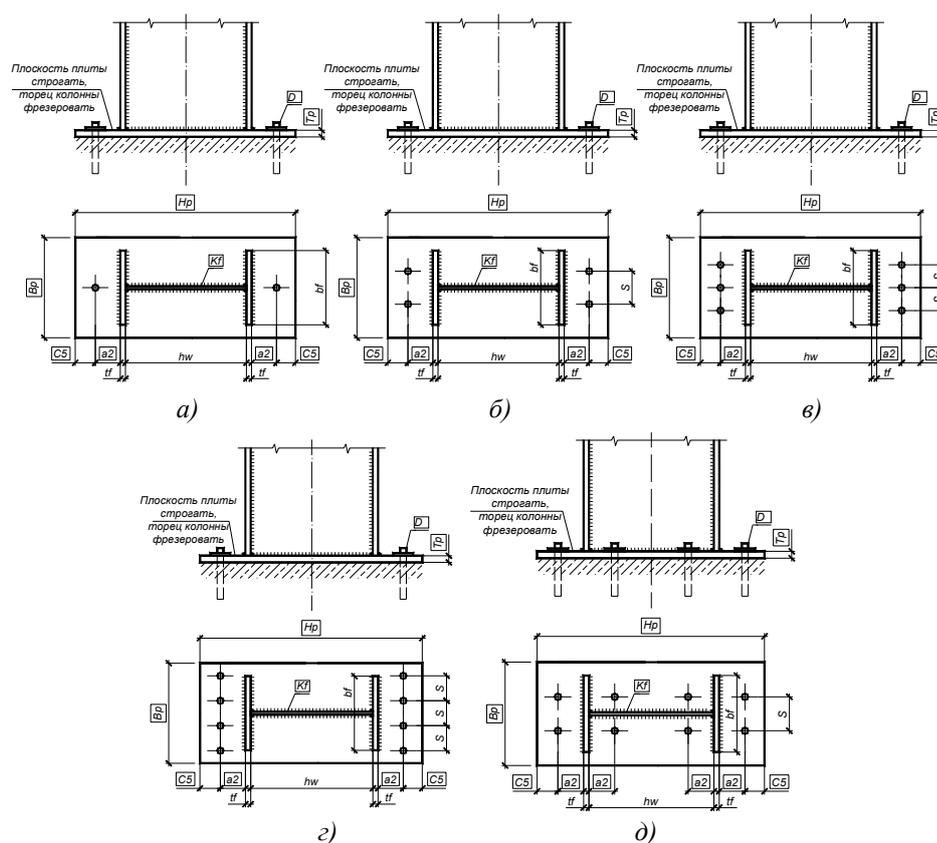


Рис. 1.7.1-1. Типы конструктивных решений узлов жестких баз колонн с фрезерованным торцом.

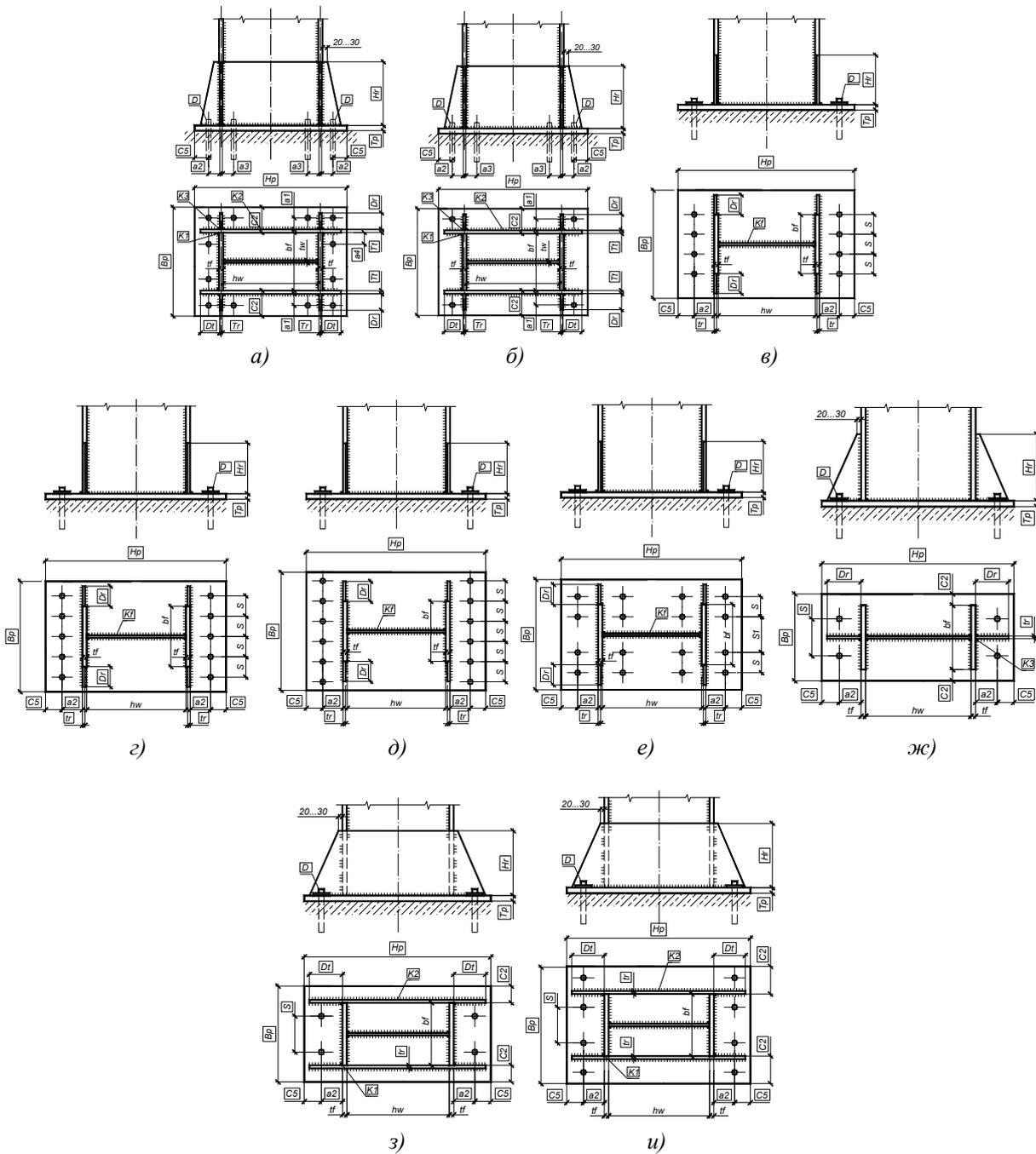


Рис. 1.7.1-2. Типы конструктивных решений узлов жестких баз колонн с траверсами и консольными ребрами.

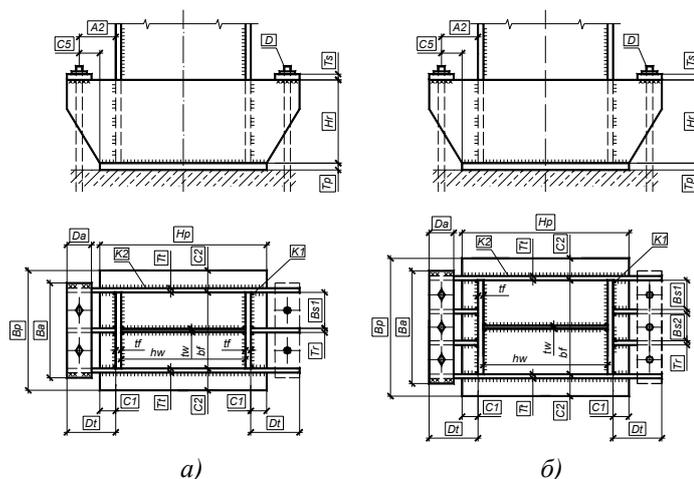


Рис. 1.7.1-3. Типы конструктивных решений узлов жестких баз колонн с выносными траверсами.

Главное окно режима **Жесткие базы колонн** включает три страницы: **Конфигурация** (рис. 1.7.1-4, 1.7.1-5), **Конструкция** (рис. 1.7.1-9) и **Чертеж** (рис. 1.7.1-10).

Работа в режиме **Жесткие базы колонн** начинается с выбора типа сечения колонны, который реализуется нажатием соответствующей кнопки: **Прокатный двутавр** или **Сварной двутавр**. В соответствии со сделанным выбором изменяется интерфейс страницы **Конфигурация** (рис. 1.7.1-4, рис. 1.7.1-5). Для прокатного двутавра, выбранного в качестве типа поперечного сечения колонны, необходимо определить сортament и номер профиля в данном сортamente. Это осуществляется в диалоговом окне **Выбор профиля** (рис. 1.7.1-6), которое становится доступным после нажатия кнопки **Выбор сечения колонны**.

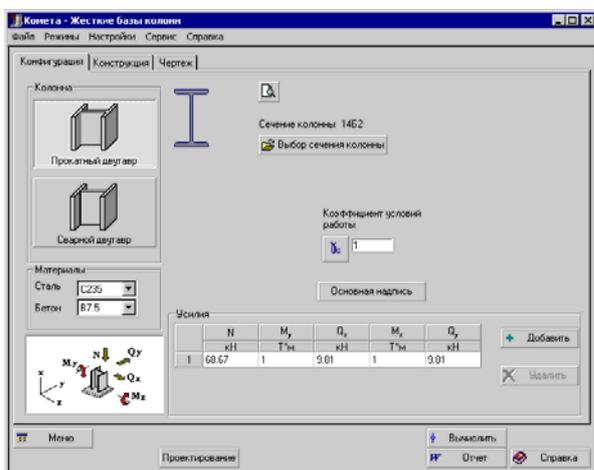


Рис. 1.7.1-4. Страница **Конфигурация** режима **Жесткие базы колонн** (для типа поперечного сечения колонны выбран прокатный двутавр)

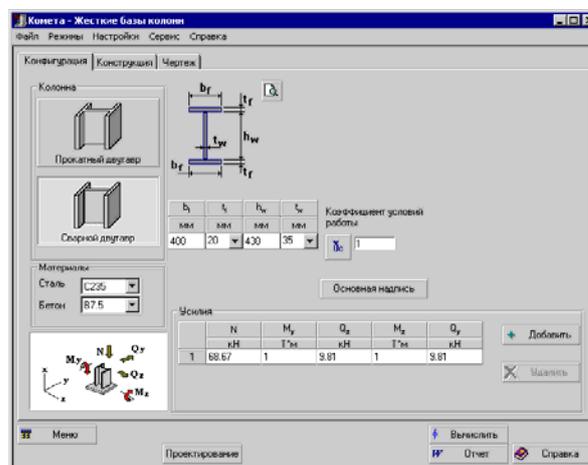


Рис. 1.7.1-5. Страница **Конфигурация** режима **Жесткие базы колонн** (для типа поперечного сечения колонны выбран сварной двутавр)

Если в качестве типа сечения колонны выбран сварной двутавр, необходимо определить размеры поперечного сечения колонны: высоту  $h_w$  и толщину  $t_w$  стенки, ширину  $b_f$  и толщину  $t_f$  полки. Размеры поперечного сечения колонны вводятся в таблицу в миллиметрах (рис. 1.7.1-5). Заметим, что толщины полок и стенки можно ввести вручную или же выбрать из выпадающего списка, в котором содержится

набор толщин, соответствующий сортаменту листовой стали. Обеспечена возможность графического контроля поперечного сечения колонны в информационном окне (рис. 1.7.1-7), которое становится доступным после нажатия кнопки **Предварительный просмотр** (рис. 1.7.1-6).

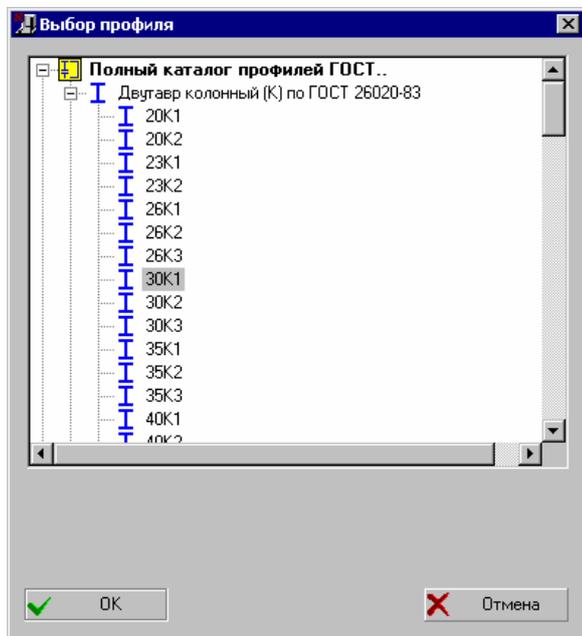


Рис. 1.7.1-6. Диалоговое окно  
Выбор профиля

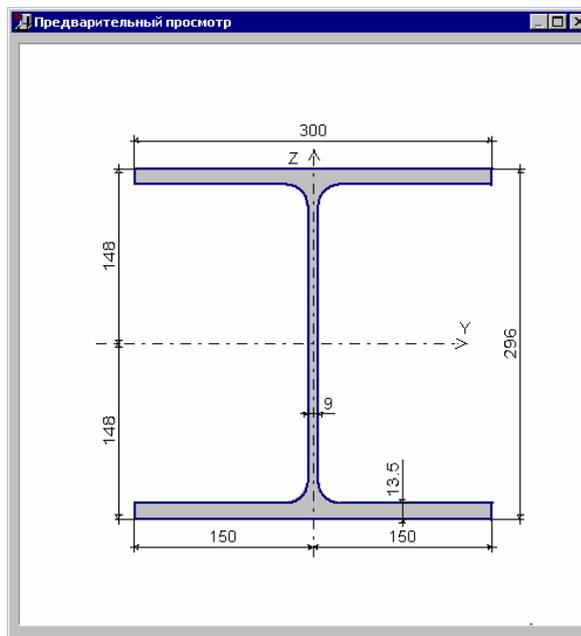


Рис. 1.7.1-7. Информационное окно  
Предварительный просмотр

Материалы, используемые для расчета и проектирования узла жесткой базы колонны, определяются в выпадающих списках **Сталь** и **Бетон**, в которых предлагаются для выбора соответственно марки стали для металлических элементов узла базы колонны и классы бетона для фундамента.

На этой же странице задаются расчетные усилия, действующие в узле базы колонны:  $N$  – продольное сжимающее усилие;  $M_y$  и  $M_z$  – изгибающие моменты в двух плоскостях;  $Q_z$  и  $Q_y$  – соответствующие им поперечные силы<sup>2</sup>. При нажатии кнопки **Добавить** в таблице усилий появляется новая строка, в которую необходимо ввести расчетные значения усилий для текущей комбинации нагрузок. Количество расчетных комбинаций нагрузок произвольно. Единицы измерения расчетных усилий, действующих в узле, определяются на странице **Единицы измерения** диалогового окна **Настройки приложения** (см. п. 1.4). По умолчанию единицы измерения продольных и поперечных усилий – тонны, изгибающих моментов – тонны×метры.

Нажатие кнопки **Основная надпись** обеспечивает доступ к одноименному диалоговому окну, предназначенному для заполнения штампа чертежа (рис. 1.7.1-8), используемого в эскизе проектного решения узла базы колонны жесткого типа. Кнопка **Сохранить как шаблон** позволяет запомнить внесенную информацию как шаблон штампа в данном сеансе работы с программой. Использовать

<sup>2</sup> Для ориентации заданных внутренних усилий относительно главных осей инерции поперечных сечений, сходящихся в узле, каждый стержень узла связывают с локальной (местной) системой координат  $xyz$ . В программе реализована следующая ориентация локальных систем координат стержней: ось  $x-x$  направлена от начала стержня (начального узла) до конца (конечного узла), оси  $y-y$  и  $z-z$  (главные центральные оси инерции поперечного сечения стержня) вместе с осью  $x-x$  образуют правостороннюю систему координат Декарта. При этом ось  $y-y$  параллельна плоскости  $XOY$  глобальной системы координат, а ось  $z-z$  направлена в верхнее полупространство.

сохраненный шаблон можно как в текущем, так и в других режимах работы программы, нажав на кнопку **Загрузить шаблон**.

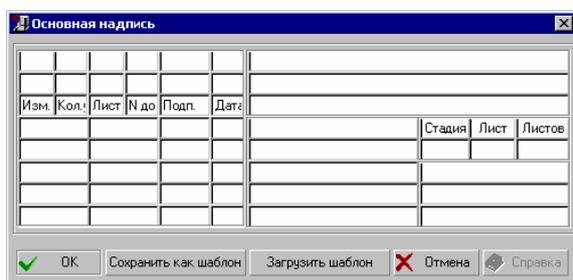


Рис. 1.7.1-8. Диалоговое окно  
Основная надпись

Для решения задачи диагностики (проверки несущей способности в соответствии с требованиями СНиП II-23-81\* [17]) известного конструктивного решения базы колонны необходимо задать все расчетные параметры узла. К таким параметрам относим размеры и толщины конструктивных элементов, входящих в состав узла, диаметры фундаментных болтов, размеры, регламентирующие расположение элементов относительно друг друга, катеты сварных швов, количество болтов, количество рядов болтов и др. Параметры узла вводятся в таблице, расположенной на странице справа. Диаметр, марка стали фундаментных болтов, а также их количество (для некоторых типов баз) задаются в специальных выпадающих списках, объединенных в группу **Болты фундаментные**. По умолчанию единицами измерения линейных размеров приняты миллиметры.

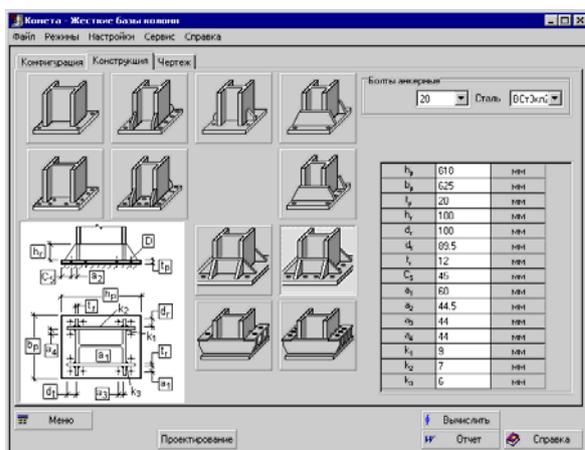


Рис. 1.7.1-9. Страница **Конструкция**  
режима **Жесткие базы колонн**

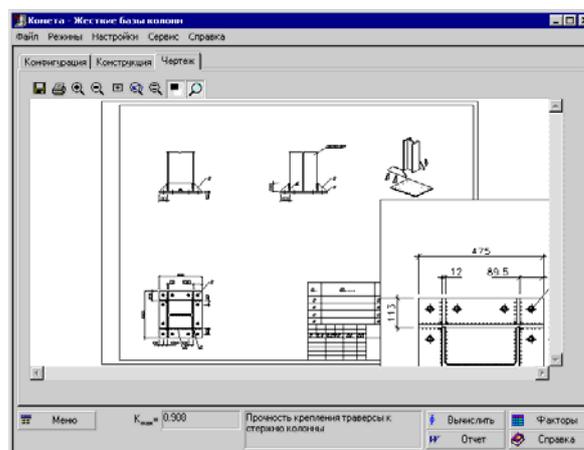


Рис. 1.7.1-10. Страница **Чертеж**  
режима **Жесткие базы колонн**

При нажатии кнопки **Проектирование** выполняется режим автоматического подбора параметров заданного типа узлового решения жесткой базы колонны. Данный режим предусматривает, что параметры не заданы и определяются автоматически из условий обеспечения необходимой несущей способности и конструктивных ограничений, регламентированных нормативной литературой. Заданные ранее значения в этом режиме игнорируются. Кроме того, выводится значение максимального фактора  $K_{max}$  (коэффициента использования ограничений) и указывается вид нормативной проверки, при котором этот максимум реализовался, а также выполняется генерация чертежа узлового решения стадии КМ.

При нажатии кнопки **Вычислить** программа выполняет проверку несущей способности заданных параметров элементов, входящих в состав узлового решения, и их соединений в соответствии с требованиями СНиП II-23-81\* [17]. Если часть параметров не задана, то программа автоматически определит их

значения из условий обеспечения необходимой несущей способности и конструктивных ограничений, регламентированных нормативной литературой. В результате выводится значение максимального фактора  $K_{\max}$  (коэффициента использования ограничений) и указывается вид нормативной проверки, при котором этот максимум реализовался. Полный перечень проверок и значения соответствующих коэффициентов использования ограничений доступен по нажатию кнопки **Факторы**.

Используя кнопку **Факторы** в специальном диалоговом окне **Диаграмма факторов** можно ознакомиться со значениями всех других коэффициентов использования ограничений. Список выполняемых программой проверок несущей способности элементов и соединений узлов жестких баз колонн представлен в табл. 1.7.1-1.

С помощью кнопки **Отчет** предусмотрена возможность формирования отчетного документа, который содержит исходные данные и результаты расчета. Этот документ экспортируется в формат RTF-файлов для его последующего просмотра и редактирования в программе Microsoft Word.

Табл. 1.7.1-1. Список проверок несущей способности элементов и соединений конструктивных решений узлов жестких баз колонн по СНиП II-23-81\*

№ п/п	Название фактора	Тип базы	Ссылка на СНиП II-23-81*
1.	Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на участках, опертых по контуру	рис. 1.7.1-2,а,б,з,и; рис. 1.7.1-3	п. 5.12, (28)
2.	Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на участках, опертых на три стороны	рис. 1.7.1-2; 1.7.1-3	п. 5.12, (28)
3.	Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на участках, опертых на две стороны, которые сходятся под углом	рис. 1.7.1-2,а,б,ж	п. 5.12, (28)
4.	Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на консольных участках плиты	рис. 1.7.1-3	п. 5.12, (28)
5.	Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на свободных трапециевидных участках плиты	рис. 1.7.1-1; 1.7.1-2; 1.7.1-3	п. 5.12, (28)
6.	Прочность бетона фундамента на местное смятие под плитой	рис. 1.7.1-2; 1.7.1-3	
7.	Прочность крепления колонны к опорной плите	рис. 1.7.1-1	п. 11.2*, (120)-(121)
8.	Прочность крепления траверсы к стержню колонны	рис. 1.7.1-2,а,б,з,и; рис. 1.7.1-3	п. 11.2*, (120)-(121)
9.	Прочность крепления траверсы к опорной плите	рис. 1.7.1-2,а,б,з,и; рис. 1.7.1-3	п. 11.2*, (120)-(121)
10.	Прочность крепления консольного ребра к стержню колонны	рис. 1.7.1-2,в,г,д,е; рис. 1.7.1-3	п. 11.4, (33), (119)
11.	Прочность крепления консольного ребра к траверсе	рис. 1.7.1-2,а,б,ж	п. 11.5, (120)-(123), (126)
12.	Прочность фундаментных болтов	рис. 1.7.1-1; 1.7.1-2; 1.7.1-3	п. 11.7*, (127), (129), п. 11.8, (130)
13.	Прочность траверсы по касательным напряжениям	рис. 1.7.1-3	п. 5.12, (29)
14.	Прочность траверсы по приведенным напряжениям	рис. 1.7.1-3	п. 5.14*, (33)
15.	Прочность траверсы по нормальным напряжениям	рис. 1.7.1-3	п. 5.14*, (33)
16.	Прочность консольного ребра по касательным напряжениям	рис. 1.7.1-3	п. 5.12, (29)
17.	Прочность консольного ребра по приведенным напряжениям	рис. 1.7.1-3	п. 5.14*, (33)
18.	Прочность консольного ребра по нормальным напряжениям	рис. 1.7.1-3	п. 5.14*, (33)
19.	Прочность анкерной пластинки по касательным напряжениям	рис. 1.7.1-3	п. 5.12, (29)
20.	Прочность анкерной пластинки по приведенным напряжениям	рис. 1.7.1-3	п. 5.14*, (33)
21.	Прочность анкерной пластинки по нормальным напряжениям	рис. 1.7.1-3	п. 5.14*, (33)
<p><i>Примечания:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчетное сопротивление металла шва сварных угловых соединений определено по табл. 56 СНиП II-23-81* как для ручной сварки с использованием электродов марки Э-42.</li> <li>2. Расчетное сопротивление металла границы сплавления сварных угловых соединений определено по формуле табл. 3 СНиП II-23-81* как для ручной сварки с использованием электродов марки Э-42.</li> <li>3. Расчетное сопротивление стыковых сварных швов определено по формуле табл. 3 СНиП II-23-81* при отсутствии физических методов контроля качества.</li> <li>4. При расчете опорной плиты учтен коэффициент условий работы в соответствии с поз. 11 табл. 6* СНиП II-23-81*.</li> <li>5. При расчете болтовых соединений учтен коэффициент условий работы в соответствии с поз. 1 табл. 35* СНиП II-23-81* при классе точности болтов В и С.</li> <li>6. Катеты угловых сварных швов принимались по расчету, но не менее конструктивно минимальных катетов, указанных в табл. 38* СНиП II-23-81* и не более максимальных, оговоренных в п. 12.8 СНиП II-23-81*.</li> </ol> <p>Расчетная длина фланговых угловых сварных швов принималась не более максимального значения, определенного в п. 12.8, г) СНиП II-23-81*.</p>			

При переходе на страницу **Чертеж** (рис. 1.7.1-10) выполняется проверка и проектирование узла аналогично режиму **Вычислить**. Если результаты анализа параметров элементов узла не противоречат конструк-

тивным и нормативным требованиям, то выполняется генерация чертежа узлового решения стадии КМ.

В верхней части страницы **Чертеж** расположена панель инструментов с кнопками управления (  ), которые обеспечивают возможность масштабирования графического изображения, его сохранение в формате DWG (DXF) системы AutoCAD и печать.

### 1.7.2 Шарнирные базы колонн

Режим **Шарнирные базы колонн** предназначен для проектирования и экспертизы конструктивных решений узлов баз колонн, с помощью которых реализовано шарнирное закрепление колонны в фундаменте. Этот режим охватывает широкий спектр конструктивных решений узлов данного типа, а именно:

- базы с траверсами и консольными ребрами (рис. 1.7.2-1);
- базы с фрезерованным торцом (рис. 1.7.2-2).

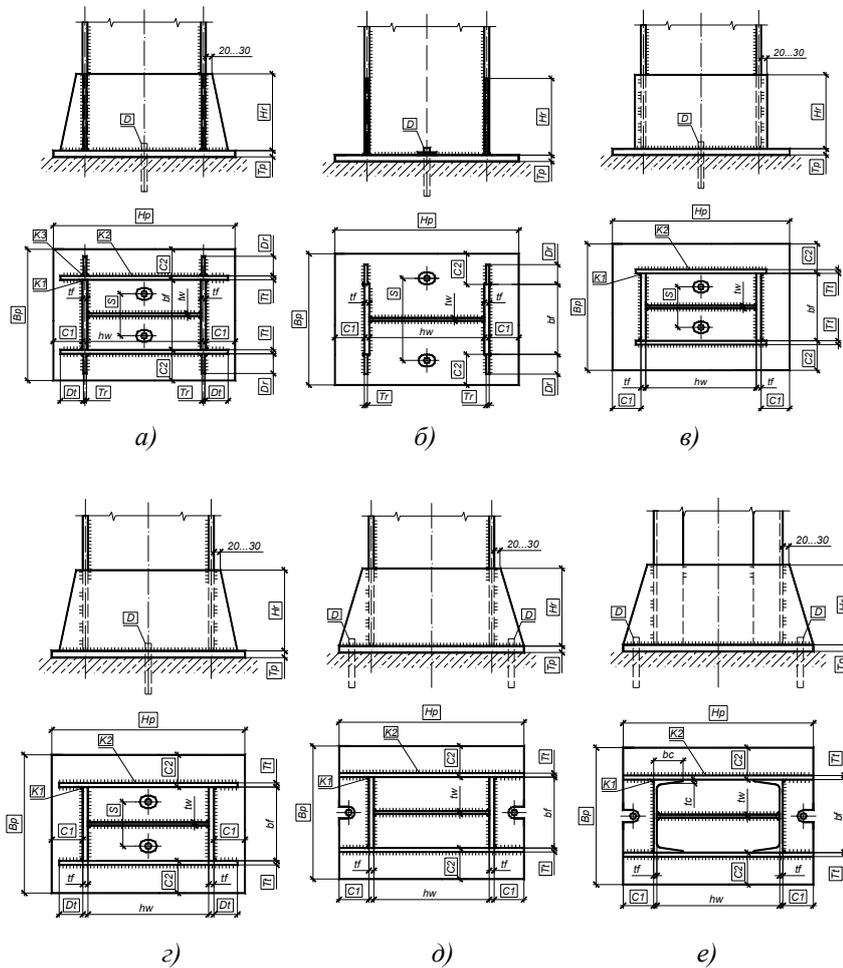


Рис. 1.7.2-1. Типы конструктивных решений шарнирных баз колонн с траверсами и консольными ребрами.

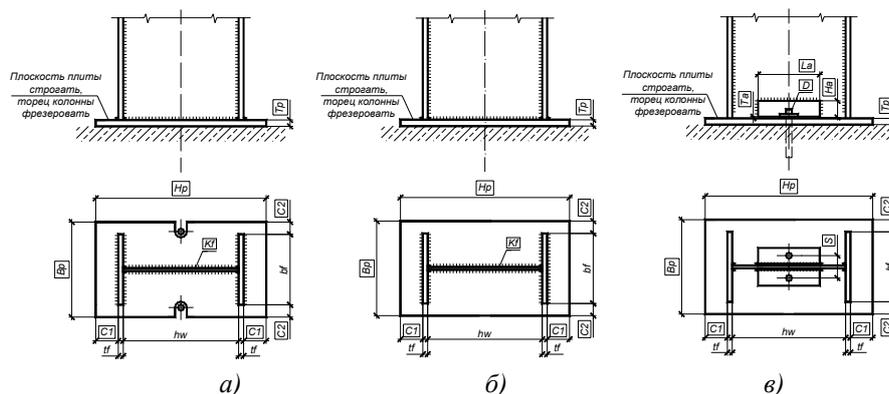


Рис. 1.7.2-2. Типы конструктивных решений шарнирных баз колонн с фрезерованным торцом.

При работе этого режима в соответствии со СНиП II-23-81\* [17] выполняются проверки:

- прочности конструктивных элементов, входящих в состав узла базы колонны (опорной плиты, траверс и консольных ребер, бетона фундамента на местное смятие);
- прочности сварных соединений узлов (крепления колонны к опорной плите, крепления траверсы к стержню колонны и к опорной плите, крепления консольного ребра к стержню колонны и к траверсе);
- ряда конструктивных и сортаментных ограничений.

Главное окно режима **Шарнирные базы колонн** содержит три страницы: **Конфигурация** (рис. 1.7.2-3), **Конструкция** (рис. 1.7.2-6, 1.7.2-7) и **Чертеж**.

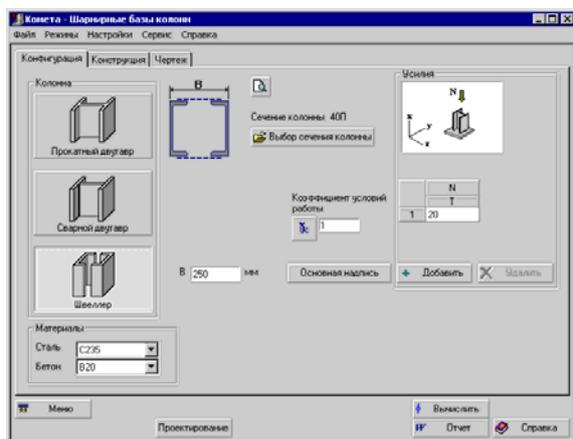


Рис. 1.7.2-3. Страница **Конфигурация** режима **Шарнирные базы колонн** (для типа сечения колонны выбран швеллер)

Работа в режиме **Шарнирные базы колонн** начинается с выбора типа сечения колонны, который реализуется нажатием соответствующей кнопки на странице **Конфигурация** (рис. 1.7.2-3). В этом режиме предусмотрено три типа сечения: прокатный двутавр, сварной двутавр и составное сечение из двух прокатных швеллеров. Размеры поперечного сечения сварного двутавра и номер профиля прокатного двутавра определяются так же, как и в режиме **Жесткие базы колонн**.

Если в качестве типа сечения колонны выбрано составное сечение из двух прокатных швеллеров, необходимо определить сортамент и номер швеллера в данном сортаменте. Это осуществляется в диалоговом окне **Выбор профиля** (рис. 1.7.2-4), которое становится доступным после нажатия кнопки **Выбор сечения колонны**. Кроме того, в поле ввода **В** необходимо определить расстояние между внешними гранями стенок швеллеров.

Обеспечена возможность графического контроля поперечного сечения колонны в информационном окне (рис. 1.7.2-5), которое становится доступным после нажатия кнопки **Предварительный просмотр** (рис. 1.7.2-3).

На этой же странице задается расчетное сжимающее усилие  $N$ , которое передается с колонны на фундамент. При нажатии кнопки **Добавить** в таблице усилий появляется новая строка, в которую необходимо ввести расчетные значения продольного усилия для текущей комбинации нагрузок. Количество расчетных комбинаций нагрузок произвольно. По умолчанию единицы измерения продольных усилий – тонны. Другие единицы измерения продольных усилий, действующих в узле, можно определить на странице **Единицы измерения** диалогового окна **Настройки приложения** (см. п. 1.4).

Коэффициент условий работы соединяемых элементов, материалы, используемые для расчета и проектирования узла шарнирной базы колонны, задаются так же, как и в режиме **Жесткие базы колонн**. Функциональные возможности кнопки **Основная надпись** аналогичны тем, которые предусмотрены в режиме **Жесткие базы колонн**.

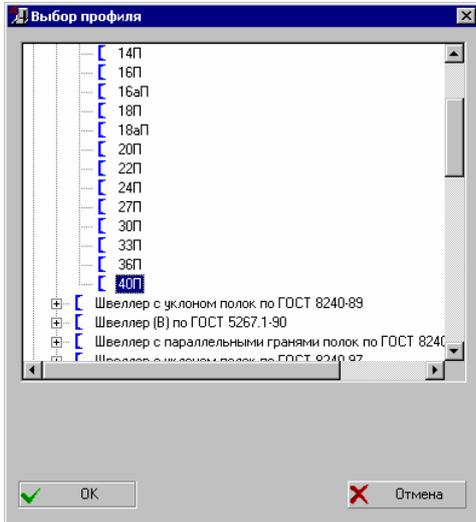


Рис. 1.7.2-4. Диалоговое окно **Выбор профиля**

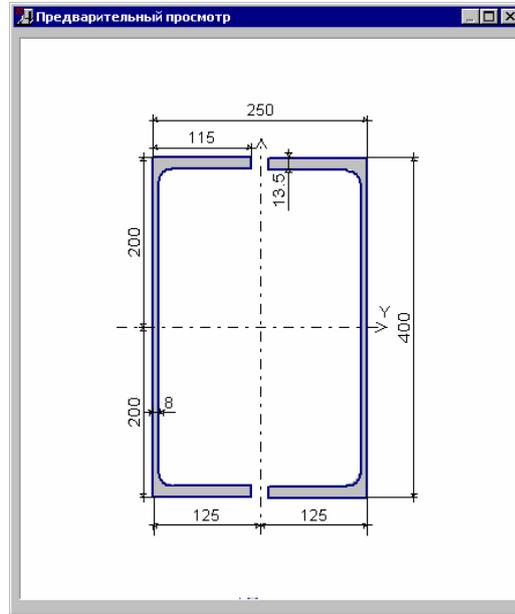


Рис. 1.7.2-5. Информационное окно **Предварительный просмотр**

Страница **Конструкция** содержит группу кнопок для выбора конструктивного решения узла шарнирной базы колонны (рис. 1.7.2-6, 1.7.2-7).

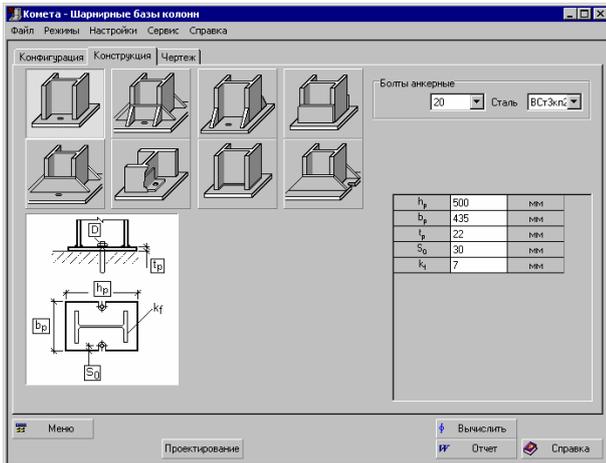


Рис. 1.7.2-6. Страница **Конструкция** режима **Шарнирные базы колонн** (для типа сечения колонны выбран прокатный или сварной двутавр)

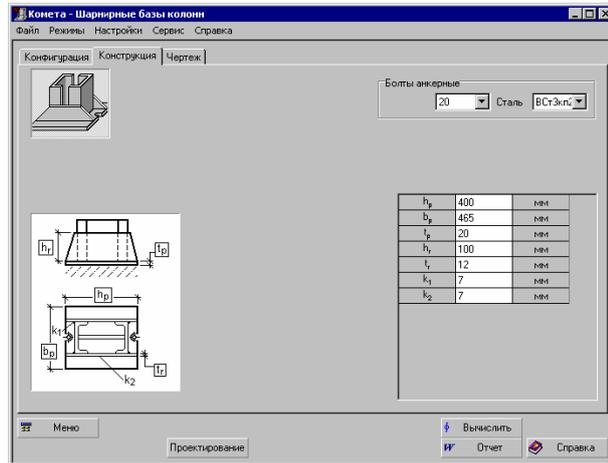


Рис. 1.7.2-7. Страница **Конструкция** режима **Шарнирные базы колонн** (для типа сечения колонны выбран швеллер)

При оценке несущей способности заданного конструктивного решения узла базы колонны расчетные

параметры узла вводятся в таблице, расположенной на странице **Конструкция**. Диаметр и марка стали фундаментных болтов задаются в специальных выпадающих списках, объединенных в группу **Болты фундаментные**. По умолчанию единицами измерения всех линейных размеров приняты миллиметры.

**Табл. 1.7.2-1. Список проверок несущей способности элементов и соединений конструктивных решений узлов шарнирных баз колонн по СНиП II-23-81\***

№ п/п	Название фактора	Тип базы	Ссылка на СНиП II-23-81*
1.	Прочность опорной плиты по приведенным напряжениям	рис. 1.7.2-2	п. 5.14*, (33)
2.	Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на участках, опертых по контуру	рис. 1.7.2-1, а,в,г,д,е	п. 5.12, (28)
3.	Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на участках, опертых на три стороны	рис. 1.7.2-1, а,б,г,д,е	п. 5.12, (28)
4.	Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на участках, опертых на две стороны, которые сходятся под углом	рис. 1.7.2-1, а	п. 5.12, (28)
5.	Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на консольных участках плиты	рис. 1.7.2-1, д,е	п. 5.12, (28)
6.	Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на свободных трапециевидных участках плиты	рис. 1.7.2-1, а,б,в,г; рис. 1.7.2-2	п. 5.12, (28)
7.	Прочность бетона фундамента на местное смятие под плитой	рис. 1.7.2-1, рис. 1.7.2-2	
8.	Прочность крепления колонны к опорной плите	рис. 1.7.2-2, а,б	п. 11.2*, (120)-(121)
9.	Прочность крепления траверсы к стержню колонны	рис. 1.7.2-1, а,в,г,д,е	п. 11.2*, (120)-(121)
10.	Прочность крепления траверсы к опорной плите	рис. 1.7.2-1, а,в,г,д,е	п. 11.2*, (120)-(121)
11.	Прочность крепления консольного ребра к стержню колонны	рис. 1.7.2-1, б	п. 11.4, (33), (119)
12.	Прочность крепления консольного ребра к траверсе	рис. 1.7.2-1, а	п. 11.5, (120)-(123), (126)
13.	Прочность болтового соединения анкерного уголка с опорной плитой	рис. 1.7.2-2, в	п. 11.7*, (127)-(128), п. 11.8, (130)
<p><i>Примечания:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчетное сопротивление металла шва сварных угловых соединений определено по табл. 56 СНиП II-23-81* как для ручной сварки с использованием электродов марки Э-42.</li> <li>2. Расчетное сопротивление металла границы сплавления сварных угловых соединений определено по формуле табл. 3 СНиП II-23-81* как для ручной сварки с использованием электродов марки Э-42.</li> <li>3. Расчетное сопротивление стыковых сварных швов определено по формуле табл. 3 СНиП II-23-81* при отсутствии физических методов контроля качества.</li> <li>4. При расчете опорной плиты учтен коэффициент условий работы в соответствии с поз. 11 табл. 6* СНиП II-23-81*.</li> <li>5. При расчете болтовых соединений учтен коэффициент условий работы в соответствии с поз. 1 табл. 35* СНиП II-23-81* при классе точности болтов В и С.</li> <li>6. Катеты угловых сварных швов принимались по расчету, но не менее конструктивно минимальных катетов, указанных в табл. 38* СНиП II-23-81* и не более максимальных, оговоренных в п. 12.8 СНиП II-23-81*.</li> <li>7. Расчетная длина фланговых угловых сварных швов принималась не более максимального значения, определенного в п. 12.8, г) СНиП II-23-81*.</li> </ol>			

При нажатии кнопки **Проектирование** выполняется режим автоматического подбора параметров заданного типа узлового решения шарнирной базы колонны. Данный режим предусматривает, что параметры не заданы и определяются автоматически из условий обеспечения необходимой несущей способности и конструктивных ограничений, регламентированных нормативной литературой. Заданные

ранее значения в этом режиме игнорируются. Кроме того, выводится значение максимального фактора  $K_{\max}$  (коэффициента использования ограничений) и указывается вид нормативной проверки, при котором этот максимум реализовался, а также выполняется генерация чертежа узлового решения стадии КМ.

При нажатии кнопки **Вычислить** программа выполняет проверку несущей способности заданных параметров элементов, входящих в состав узлового решения, и их соединений в соответствии с требованиями СНиП II-23-81\* [17]. Если часть параметров не задана, то программа автоматически определит их значения из условий обеспечения необходимой несущей способности и конструктивных ограничений, регламентированных нормативной литературой. В результате выводится значение максимального фактора  $K_{\max}$  (коэффициента использования ограничений) и указывается вид нормативной проверки, при котором этот максимум реализовался. Полный перечень проверок и значения соответствующих коэффициентов использования ограничений доступен по нажатию кнопки **Факторы**.

При переходе на страницу **Чертеж** выполняется проверка узла аналогично режиму **Вычислить**. Если результаты анализа параметров элементов узла не противоречат конструктивным и нормативным требованиям, то выполняется генерация чертежа узлового решения стадии КМ.

Функциональные возможности кнопки **Отчет**, а также элементов управления, расположенных на странице **Чертеж** аналогичны тем, которые описаны в режиме **Жесткие базы колонн** (см. п. 1.7.1).

### 1.7.3 Стыки балок

Режим **Стыки балок** предназначен для проектирования и оценки несущей способности конструктивных решений монтажных стыков двутавровых балок, выполненных на высокопрочных болтах или болтах обычной прочности с использованием накладок или фланцев. Данный режим охватывает широкий спектр конструктивных решений монтажных узлов балок:

- стыки балок на накладках с использованием обычных болтовых соединений на болтах нормальной и повышенной точности и соединения на высокопрочных болтах (рис. 1.7.3-1);
- фланцевые стыки балок различной конфигурации на высокопрочных болтах (рис. 1.7.3-2).

Монтажный стык балок на накладках имеет перед фланцевыми стыками то преимущество, что точность изготовления конструкций может быть пониженной. Однако, он обычно требует использования гораздо большего количества болтов по сравнению со стыками на фланцах, что определяет сравнительно большую трудоемкость монтажа конструкций. Кроме того, соединение на накладках связано с ослаблением сечения соединяемых элементов отверстиями, что ведет в некоторых случаях к увеличению расхода стали на основные элементы конструкции.

Фланцевые стыки чаще всего стремятся запроектировать таким образом, чтобы габариты фланца по высоте практически соответствовали высоте балки (см. рис. 1.7.3-2, а). Если изгибающий момент, действующий в стыке балок, трудно воспринять болтами, расположенными между полками балок, то возникает необходимость в использовании конструктивных решений с выносными рядами болтов, которые увеличивают габарит фланца вниз (см. рис. 1.7.3-2, б, в) или вверх (см. рис. 1.7.3-2, в, д) в зависимости от преобладающего знака момента. При значительных знакопеременных моментах используются конструктивные решения фланцевых стыков с выносными болтами по обе стороны балки (см. рис. 1.7.3-2, е, ж).

При работе этого режима в соответствии со СНиП II-23-81\* [17] выполняются следующие проверки:

- прочности накладок и фланцев;
- прочности болтовых и сварных соединений, присутствующих в узле;
- ряда конструктивных и сортаментных ограничений.

Главное окно режима **Стыки балок** включает четыре страницы: **Материалы** (рис. 1.7.3-3, 1.7.3-4), **Усилия** (рис. 1.7.3-5), **Конструкция** (рис. 1.7.3-6, 1.7.3-7) и **Чертеж**.

Работа в режиме **Стыки балок** начинается с назначения материалов, используемых в соединении балок. Определить марку стали для стыкуемых балок можно в диалоговом окне **Сталь**, которое становится доступным после нажатия кнопки **Ст** на странице **Материалы**. Детальное описание функциональных возможностей этого режима работы приводится в п. 1.6.1.

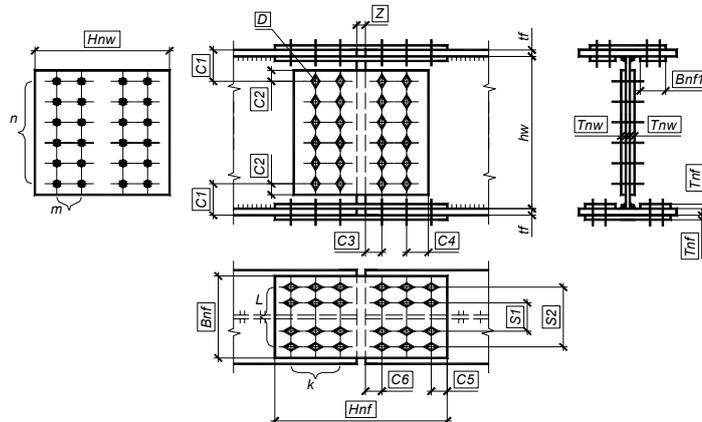


Рис. 1.7.3-1. Конструктивное решение стыка балок на накладках

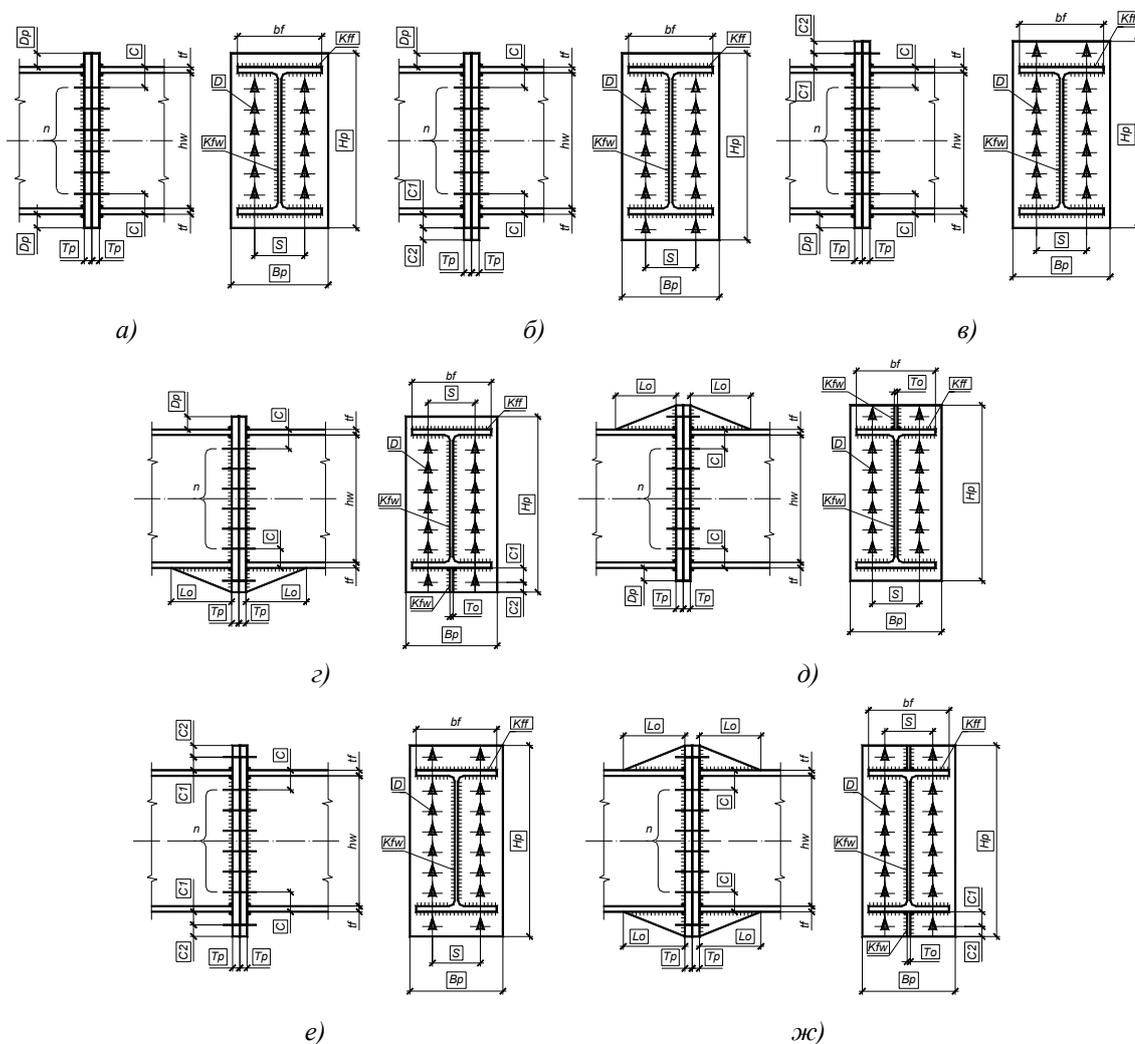


Рис. 1.7.3-2. Типы конструктивных решений фланцевых стыков балок

Заметим, что марка стали для конструктивных элементов стыка (накладок или фланцев) принимается такой же, как и для основных (несущих) элементов (балок).

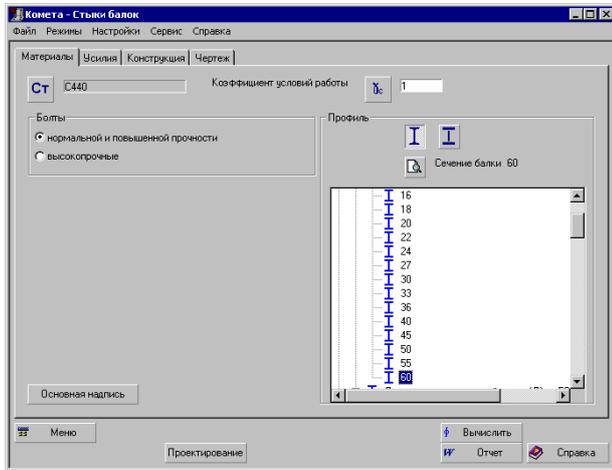


Рис. 1.7.3-3. Страница **Материалы**  
режима **Стыки балок**

(для типа сечения балок выбран прокатный двутавр)

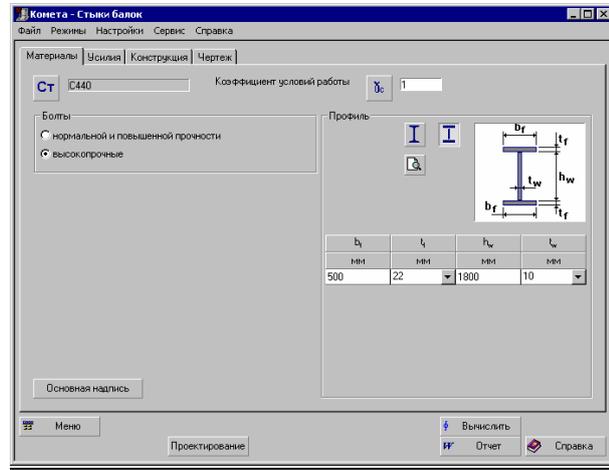


Рис. 1.7.3-4. Страница **Материалы**  
режима **Стыки балок**

(для типа сечения балок выбран сварной двутавр)

Коэффициент условий работы соединяемых элементов можно ввести в соответствующем окне ввода или же выбрать в диалоговом окне **Коэффициенты условий работы**, нажав на расположенную рядом кнопку ( $k_c$ ). Детальное описание функциональных возможностей этого диалогового окна приведено в п. 1.6.5.

С помощью специальных маркеров, объединенных в группу **Болты**, необходимо задать тип используемых болтов в соединениях балок: высокопрочные болты или болты нормальной и повышенной прочности.

Элементы управления, объединенные в группу **Профиль**, предназначены для определения типа и размеров поперечных сечений стыкуемых балок. В режиме **Стыки балок** предусмотрены два типа сечения балок: прокатный или сварной двутавр. Выбор типа сечения осуществляется нажатием соответствующих кнопок ( $I$  или  $I_w$ ). В соответствии со сделанным выбором изменяется интерфейс правой части страницы **Материалы** (рис. 1.7.3-3, 1.7.3-4). Для прокатного двутавра, выбранного в качестве типа поперечного сечения балки, в древовидном списке необходимо определить сортамент и номер профиля в данном сортаменте. Если же в качестве типа сечения балки выбран сварной двутавр, необходимо определить размеры поперечного сечения балки: высоту  $h_w$  и толщину  $t_w$  стенки балки, ширину  $b_f$  и толщину  $t_f$  полки балки. Толщины полок и стенки можно ввести вручную или же выбрать из выпадающих списков, в которых содержатся сортаментные размеры листовой стали.

Обеспечена возможность графического контроля заданного поперечного сечения балки в специальном информационном окне, которое становится доступным после нажатия кнопки **Предварительный просмотр** ( $I_w$ ).

Нажатие кнопки **Основная надпись** обеспечивает доступ к диалоговому окну, предназначенному для заполнения штампа чертежа, который будет автоматически генерироваться после выполнения проектирования конструктивного решения стыка балок. Принципы работы в диалоговом окне **Основная надпись** описаны в п. 1.7.1.

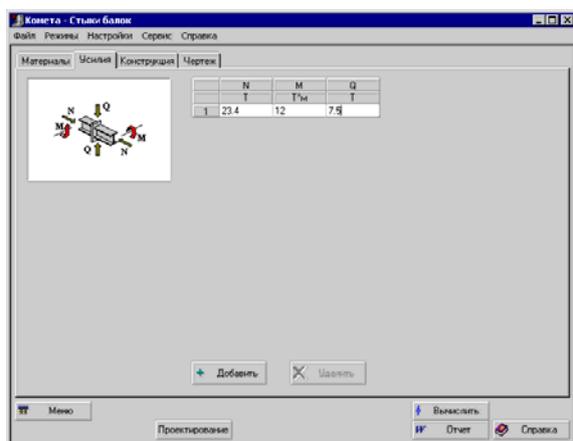


Рис. 1.7.3-5. Страница **Усилия** режима **Стыки балок**

На странице **Усилия** (рис. 1.7.3-5) задаются расчетные усилия, действующие в стыке балок: продольное сжимающее усилие  $N$ , изгибающий момент  $M$  и соответствующая ему поперечная сила  $Q$ . При нажатии кнопки **Добавить** в таблице усилий появляется новая строка, в которую необходимо ввести расчетные значения усилий для текущей комбинации нагрузок. Количество расчетных комбинаций нагрузок произвольно. По умолчанию единицами измерения продольных и поперечных усилий приняты тонны, изгибающих моментов – тонны×метры. Положительное направление внутренних усилий принимается по рисунку, приведенному слева от таблицы усилий.

Страница **Конструкция** содержит кнопки, объединенные в группу **Тип узла**, которые предназначены для выбора конструктивного решения узла стыка балок (рис. 1.7.3-6, 1.7.3-7).

В случае использования болтов нормальной и повышенной прочности в выпадающих списках, объединенных в группу **Болты**, необходимо задать марку (диаметр) болтов и класс прочности болтов. При использовании высокопрочных болтов задаются марка (диаметр) болтов, марка стали болтов, их чернота (разница между диаметром отверстия и диаметром болта), способ регулирования натяжения болтов, а также способ обработки (очистки) поверхностей элементов в соединении.

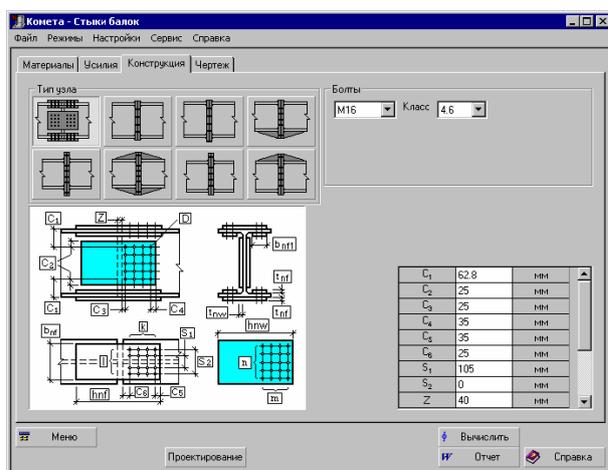


Рис. 1.7.3-6. Страница **Конструкция** режима **Стыки балок** (выбран стык на накладках с использованием болтов обычной прочности)

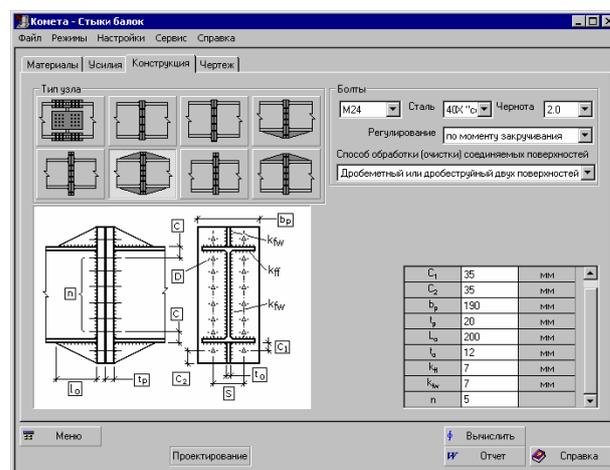


Рис. 1.7.3-7. Страница **Конструкция** режима **Стыки балок** (выбран фланцевый стык на высокопрочных болтах)

Для оценки несущей способности известного (заданного) конструктивного решения узла стыка балок необходимо задать все расчетные параметры узла. К таким параметрам относим размеры и толщины конструктивных элементов, входящих в состав узла, диаметры болтов, размеры, регламентирующие расположение элементов относительно друг друга, катеты сварных швов, количество болтов, количество рядов болтов и др. Расчетные параметры узла вводятся в таблице, расположенной на странице справа. По умолчанию единицами измерения всех линейных размеров являются миллиметры.

При нажатии кнопки **Проектирование** выполняется режим автоматического подбора параметров заданного типа узлового решения стыка балок. Данный режим предусматривает, что параметры не заданы и определяются автоматически из условий обеспечения необходимой несущей способности и конструктивных ограничений, регламентированных нормативной литературой. Заданные ранее значения в этом режиме игнорируются. Кроме того, выводится значение максимального фактора  $K_{\max}$  (коэффициента использования ограничений) и указывается вид нормативной проверки, при котором этот максимум реализовался, а также выполняется генерация чертежа узлового решения стадии КМ.

При нажатии кнопки **Вычислить** программа выполняет проверку несущей способности заданных параметров элементов, входящих в состав узлового решения, и их соединений в соответствии с требованиями СНиП II-23-81\* [17]. Если часть параметров не задана, то программа автоматически определит их значения из условий обеспечения необходимой несущей способности и конструктивных ограничений, регламентированных нормативной литературой. В результате выводится значение максимального фактора  $K_{\max}$  (коэффициента использования ограничений) и указывается вид нормативной проверки, при котором этот максимум реализовался. Полный перечень проверок и значения соответствующих коэффициентов использования ограничений доступен по нажатию кнопки **Факторы**.

**Табл. 1.7.3-1. Список проверок несущей способности элементов и соединений конструктивных решений узлов стыков балок по СНиП II-23-81\***

№ п/п	Название фактора	Тип стыка	Ссылка на СНиП II-23-81*
1.	Прочность болтов стенки балки на срез	рис. 1.7.3-1	п. 11.7*, (127)
2.	Прочность болтов полки балки на срез	рис. 1.7.3-1	п. 11.7*, (127)
3.	Прочность стенки балки и накладок на смятие	рис. 1.7.3-1	п. 11.7*, (128)
4.	Прочность полки балки и накладок на смятие	рис. 1.7.3-1	п. 11.7*, (128)
5.	Прочность болтов стенки балки	рис. 1.7.3-1	п. 11.7*, (127), (128)
6.	Прочность болтов полки балки	рис. 1.7.3-1	п. 11.7*, (127), (128)
7.	Прочность болтов, расположенных в области верхней полки балки	рис. 1.7.3-2	п. 11.7*, (127), (128)
8.	Прочность болтов, расположенных в области нижней полки балки	рис. 1.7.3-2	п. 11.7*, (127), (128)
9.	Прочность болтов, расположенных в области стенки балки	рис. 1.7.3-2	п. 11.7*, (127), (128)
10.	Прочность фланца на изгиб	рис. 1.7.3-2	
11.	Прочность сварного соединения стенки балки с фланцем	рис. 1.7.3-2	п. 11.2*, (120), (121), (122), (123)
12.	Прочность сварного соединения полки балки с фланцем	рис. 1.7.3-2	п. 11.2*, (120), (121), (122), (123)

*Примечания:* см. табл. 7.2.1-1.

При переходе на страницу **Чертеж** выполняется проверка узла аналогично режиму **Вычислить**. Если результаты анализа параметров элементов узла не противоречат конструктивным и нормативным требованиям, то выполняется генерация чертежа узлового решения стадии КМ.

Функциональные возможности кнопки **Отчет**, а также элементов управления, расположенных на странице **Чертеж** аналогичны тем, которые предусмотрены в режиме **Жесткие базы колонн** (см. п. 1.7.1).

#### 1.7.4 Узлы ферм

Режим **Узлы ферм** предназначен для проектирования и экспертизы конструктивных решений узлов ферм, стержни которой выполнены из спаренных уголков или прямоугольных (квадратных) труб. В режиме реализован широкий набор типов узлов, а именно:

- соединения элементов решетки с поясом фермы (рядовые узлы) (рис. 1.7.4-1, 1.7.4-2);
- узлы смены сечения пояса по длине (рис. 1.7.4-4);
- монтажные узлы ферм (рис. 1.7.4-5);
- опорные узлы ферм (рис. 1.7.4-3, 1.7.4-6).

При работе этого режима в соответствии со СНиП II-23-81\* [17] выполняются следующие проверки:

- прочности конструктивных элементов (накладок, опорных ребер (фланцев), узловых и опорных фасонок);
  - прочности сварных соединений (крепления элементов решетки и пояса к узловым фасонкам, крепление накладок к поясам в узлах смены сечения пояса и в монтажных узлах, крепления опорной фасонки к опорному ребру (фланцу) в опорных узлах фермы);
  - прочности болтовых соединений (крепление опорного ребра (фасонки) к опорной конструкции);
- ряда конструктивных и сортаментных ограничений.

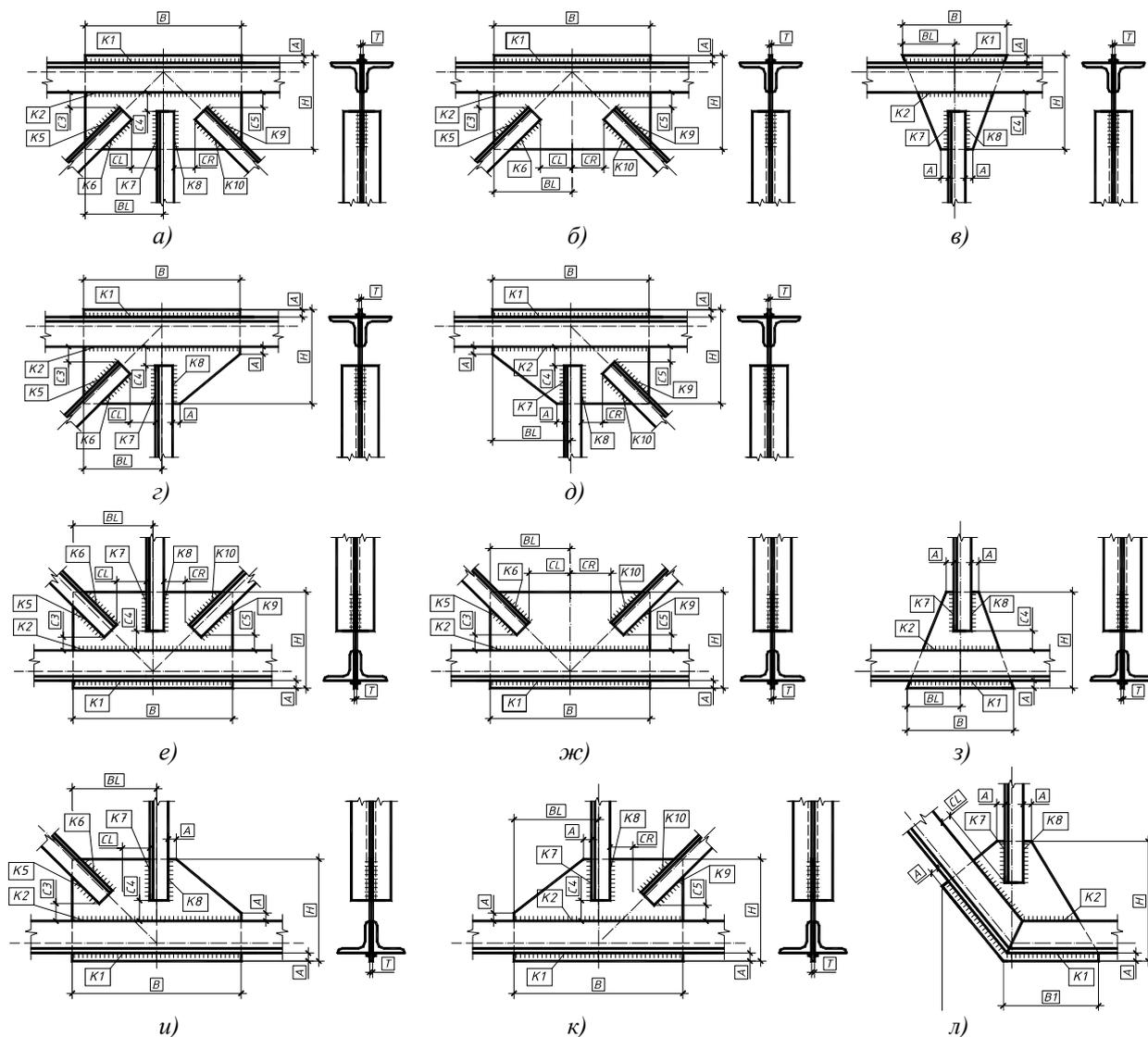


Рис. 1.7.4-1. Рядовые узлы ферм из спаренных уголков

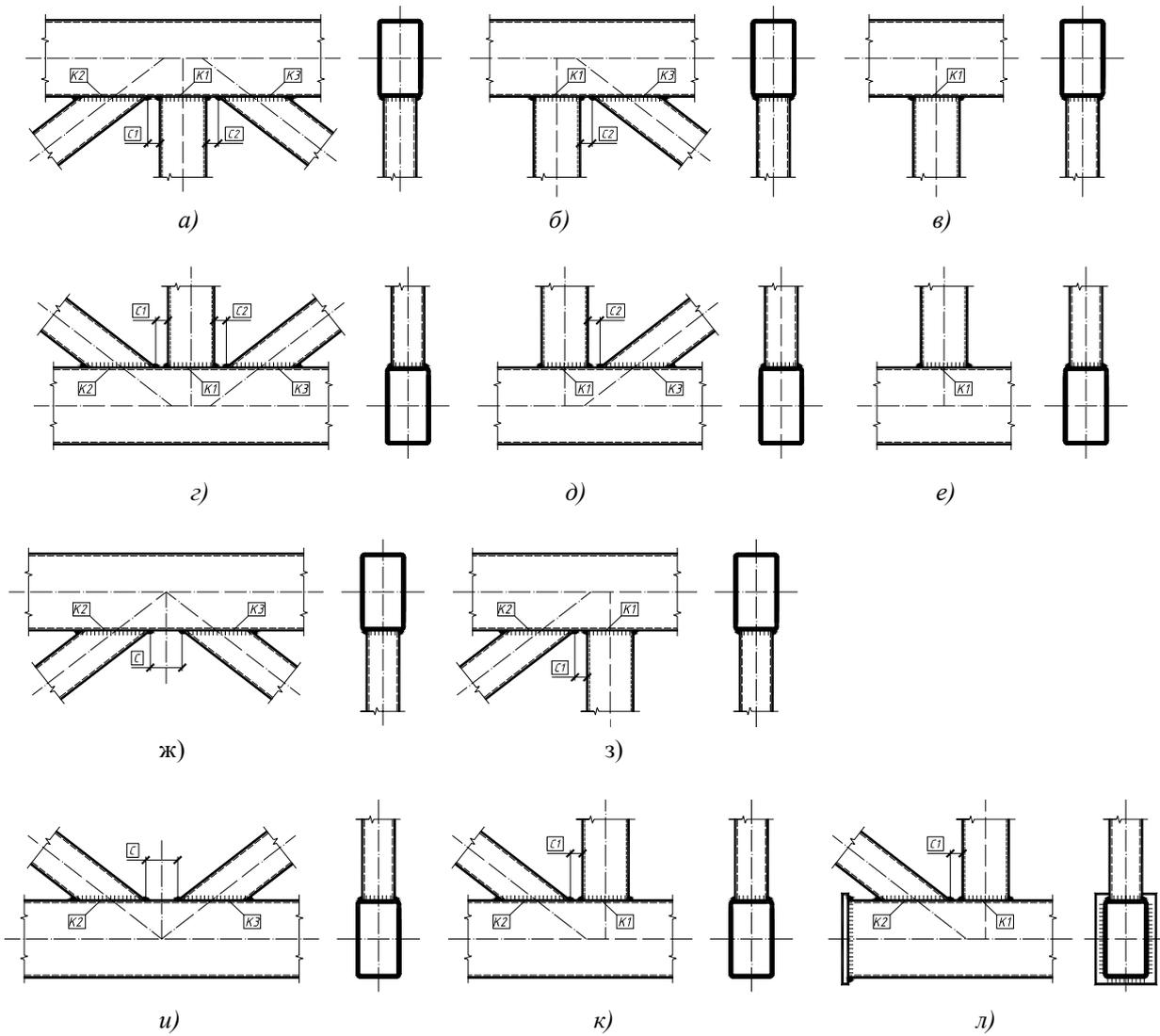


Рис. 1.7.4-2. Рядовые узлы ферм из прямоугольных (квадратных) труб

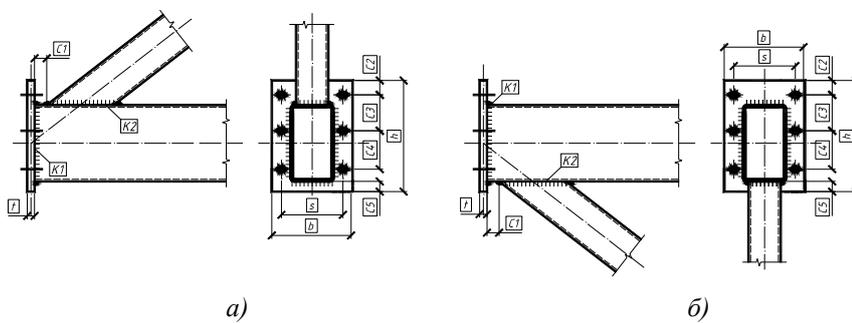


Рис. 1.7.4-3. Опорные узлы ферм из прямоугольных (квадратных) труб

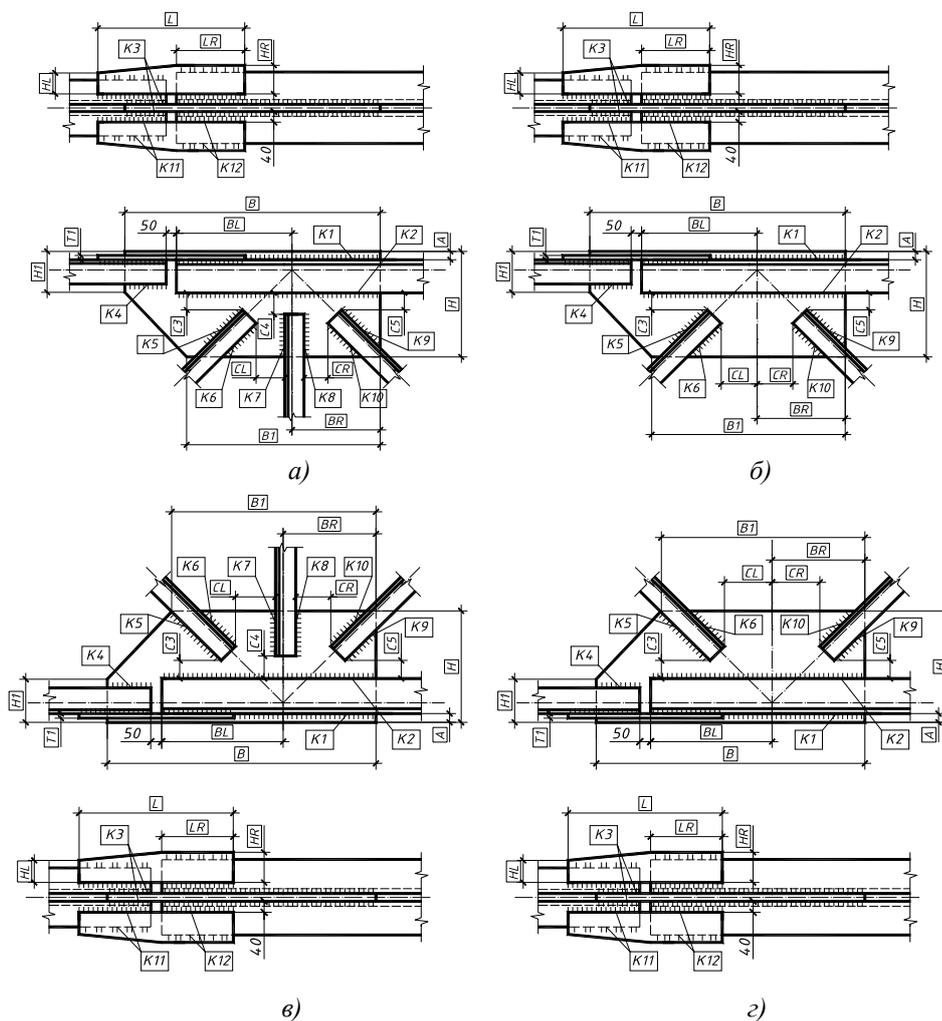


Рис. 1.7.4-4. Узлы смены сечения пояса по длине в фермах из спаренных уголков

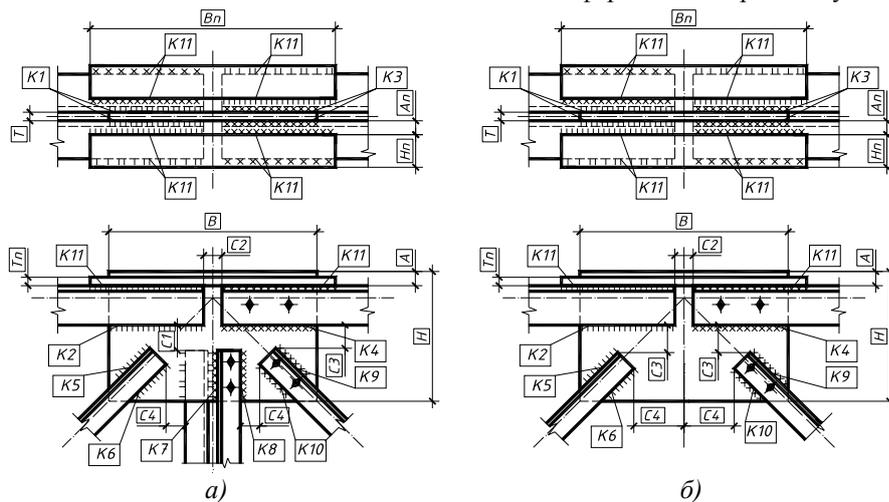
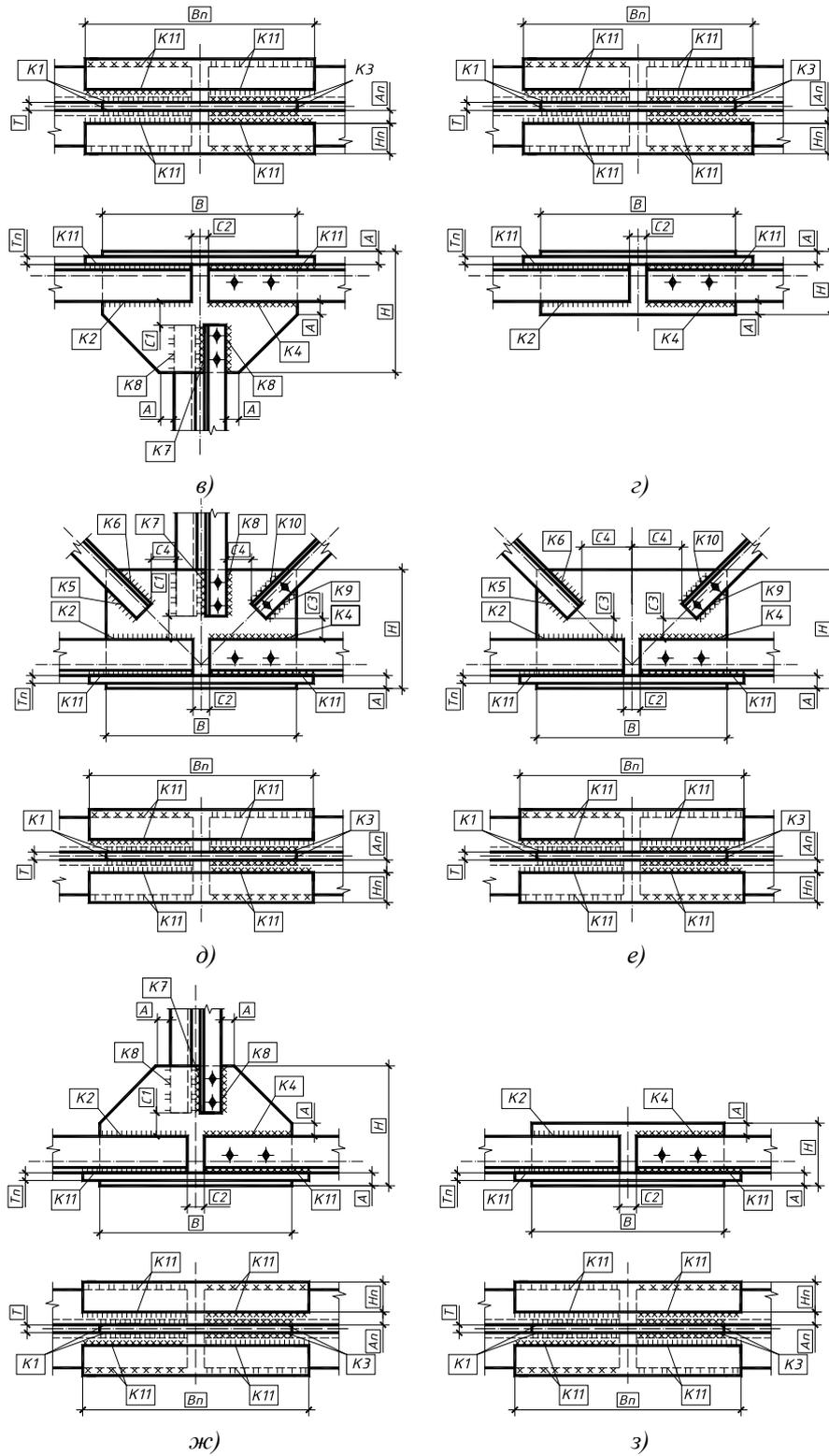


Рис. 1.7.4-5. Монтажные узлы в фермах из спаренных уголков



Продолжение рис. 1.7.4-5. Монтажные узлы в фермах из спаренных уголков

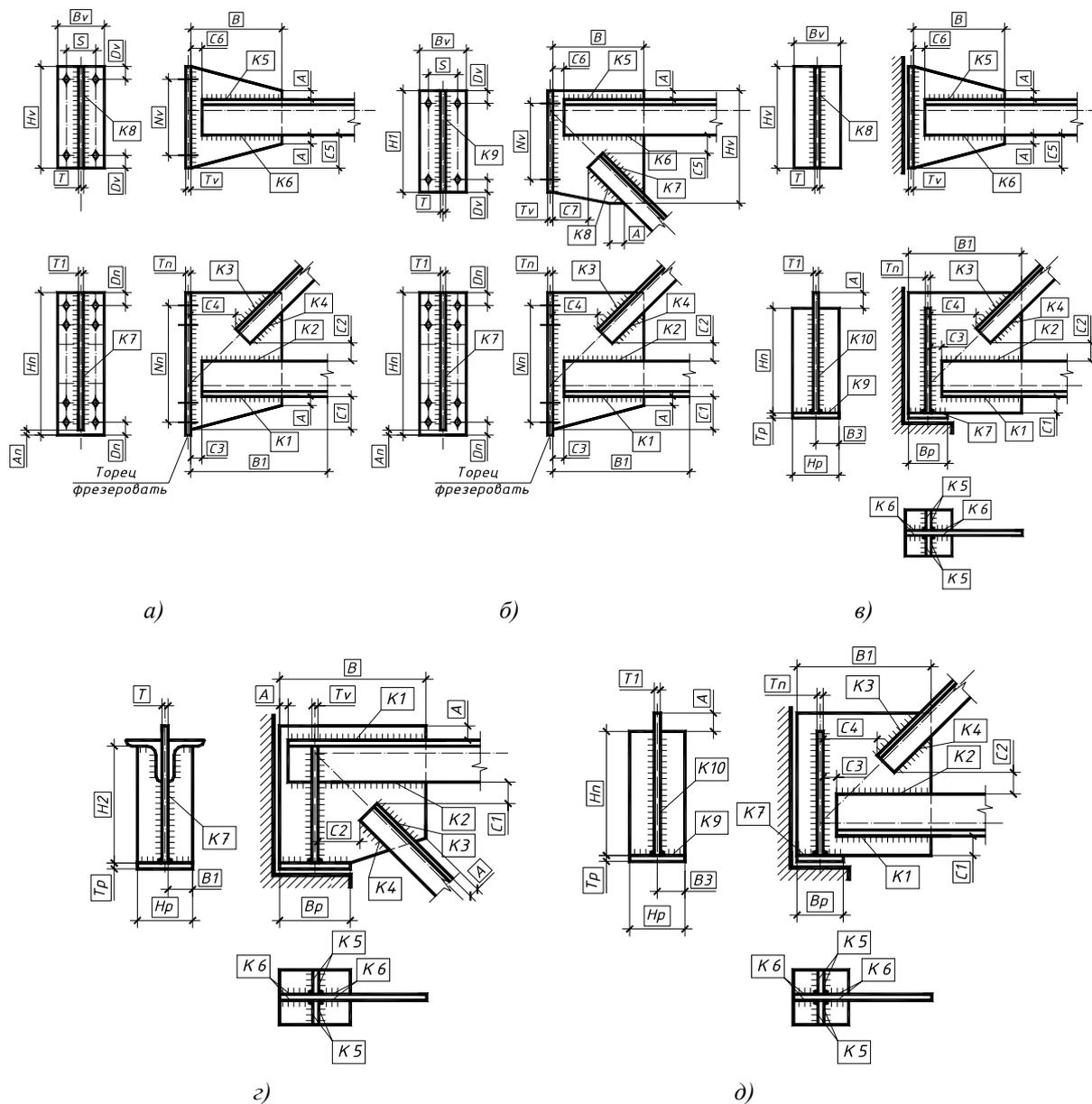


Рис. 1.7.4-6. Опорные узлы ферм из спаренных уголков

Главное окно режима **Узлы ферм** включает шесть страниц: **Вид узла** (рис. 1.7.4-7), **Материалы** (рис. 1.7.4-8), **Усилия** (рис. 1.7.4-9), **Элементы узла** (рис. 1.7.4-10), **Конструкция** (рис. рис. 1.7.4-11) и **Чертеж**.

На странице **Вид узла** (рис. 1.7.4-7) расположены кнопки, позволяющие пользователю выбрать тип узла фермы (**Рядовой узел**, **Смена сечения**, **Монтажный узел** или **Опорный узел**), а также задать его конфигурацию. Тип поперечного сечения стержневых элементов фермы задается нажатием на соответствующие кнопки в группе **Конструктивное решение**.

На этой же странице расположена кнопка **Основная надпись**, предназначенная для заполнения штампа чертежа, который будет автоматически генерироваться после выполнения проектирования конструктивного

решения узла фермы. Принципы работы в диалоговом окне **Основная надпись** описаны в п. 1.7.1.

На странице **Материалы** (рис. 1.7.4-8) задаются материалы, используемые для конструктивного оформления узла фермы. В группе **Общие параметры** отображается марка стали несущих и конструктивных элементов узлового решения (элементов решетки, пояса, узловых фасонок, накладок, опорных ребер и др.). Выбрать марку стали для этих элементов можно в диалоговом окне **Сталь**, которое становится доступным после нажатия на расположенную рядом кнопку ( **Ст** ). Принципы работы в режиме **Сталь** описаны в п. 1.6.1.

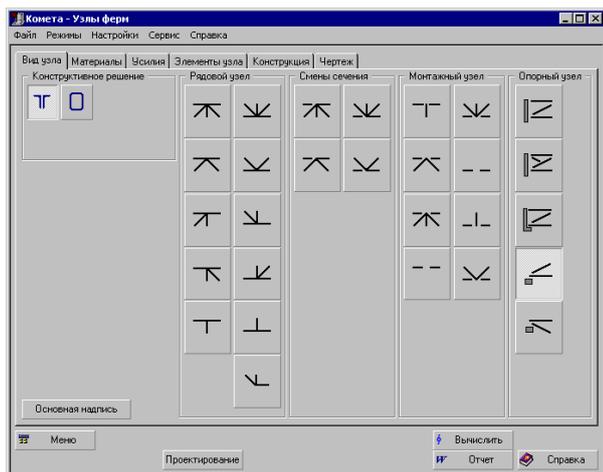


Рис. 1.7.4-7. Страница **Вид узла** режима **Узлы ферм**

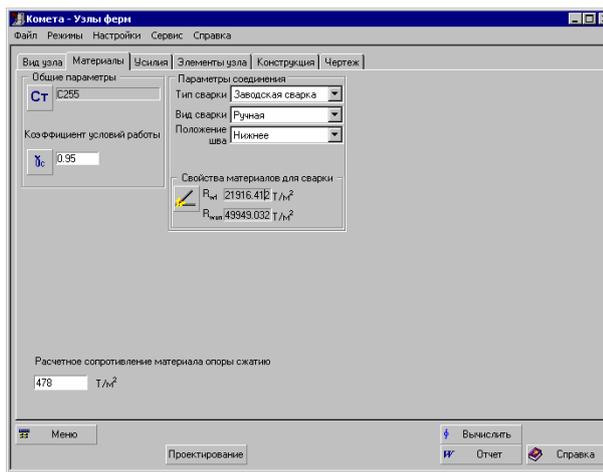


Рис. 1.7.4-8. Страница **Материалы** режима **Узлы ферм**

В группе **Параметры соединения** в специальных выпадающих списках необходимо назначить тип и вид сварки, а также определить положение шва. В режиме **Узлы ферм** реализованы виды сварки, соответствующие табл. 34\* СНиП II-23-81\*, а именно: ручная, полуавтоматическая проволокой сплошного сечения при диаметре сварочной проволоки менее 1.4 мм, автоматическая и полуавтоматическая при диаметре сварочной проволоки не менее 1.4...2.0 мм, автоматическая при диаметре сварочной проволоки 3...5 мм и полуавтоматическая порошковой проволокой. При этом положение сварных швов может быть в лодочку, нижнее, горизонтальное, вертикальное, потолочное. В группе **Свойства материалов для сварки** отображаются значения расчетного сопротивления угловых швов на условный срез по металлу шва  $R_{wf}$  и нормативного сопротивления металла шва  $R_{wm}$ . Определить эти значения можно в диалоговом окне **Материалы для сварки**, которое становится доступным после нажатия на кнопку . Принципы работы в режиме **Материалы для сварки** описаны в п. 1.6.4.

На странице **Усилия** (рис. 1.7.4-9) задаются расчетные продольные усилия  $N_i$ , действующие в стержневых элементах узла фермы. При нажатии кнопки **Добавить** в таблице усилий появляется новая строка, в которую необходимо ввести расчетные значения усилий для текущей комбинации нагрузок. Количество расчетных комбинаций нагрузок произвольно. По умолчанию единицами измерений продольных усилий приняты тонны. Правило знаков усилий принимается по рисунку, приведенному сбоку от таблицы усилий, на котором указано их положительное направление.

На странице **Элементы узла** (рис. 1.7.4-10) необходимо определить генеральные размеры (ширина и высота) панелей, соседствующих с проектируемым узлом фермы (параметры  $a$ ,  $b$ ,  $c$  и  $d$ ). По умолчанию единицами измерений размеров панелей фермы приняты метры. В группе **Сечение** задаются поперечные сечения элементов, которые соединяются в данном узле, а также их ориентация относительно плоскости фермы.

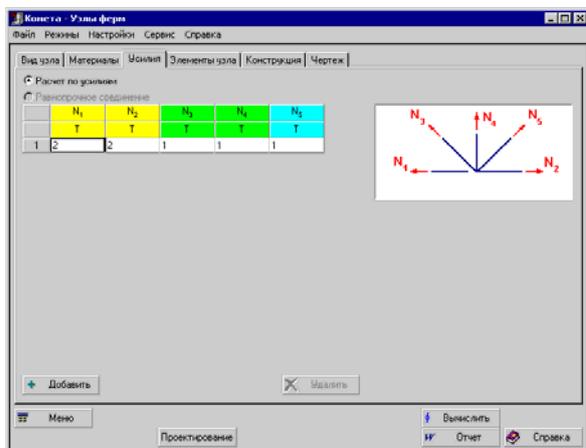


Рис. 1.7.4-9. Страница Усилия режима Узлы ферм

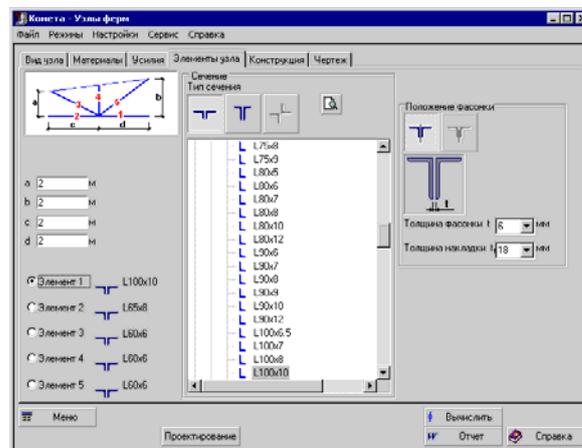


Рис. 1.7.4-10. Страница Элементы узла режима Узлы ферм

С помощью кнопок **Тип сечения** можно выбрать:

-  сечение из спаренных равнополочных уголков или из спаренных неравнополочных уголков, большая полка которых ориентирована перпендикулярно плоскости фермы;
-  сечение из спаренных равнополочных уголков или из спаренных неравнополочных уголков, большая полка которых ориентирована параллельно плоскости фермы;
-  сечение из равнополочных уголков расположенных крестиком, которое используется для стоек монтажного узла;
-  сечение из прямоугольной трубы, большая сторона которой ориентирована параллельно плоскости фермы;
-  сечение из прямоугольной трубы, большая сторона которой ориентирована перпендикулярно плоскости фермы.

Попутно заметим, что набор кнопок **Тип сечения** зависит от конструктивного решения узла, определенного на странице **Вид узла** в группе **Конструктивное решение**.

Каждому элементу узла фермы присваивается номер (например, **Элемент 2**). Для назначения профилей элементам узла следует активизировать маркер элемента и выбрать профиль из списка сортментов металлопроката. Возможность графического контроля заданных поперечных сечений элементов узла фермы предусмотрена в специальном информационном окне, которое становится доступным после нажатия кнопки **Предварительный просмотр** ().

В группе **Положение фасонки** необходимо нажатием соответствующих кнопок определить положение фасонки. Толщина фасонки выбирается из одноименного выпадающего списка, где представлен набор толщин, соответствующий сортаменту листовой стали.

На странице **Конструкция** (рис. 1.7.4-11) в информационном окне наводится эскиз проектного решения узла фермы.

Для оценки несущей способности известного (заданного) конструктивного решения узла ферм необходимо задать все расчетные параметры узла. К таким параметрам относим размеры и толщины конструктивных элементов, входящих в состав узла, катеты сварных швов, размеры, регламентирующие расположение элементов относительно друг друга, диаметры болтов, количество болтов, количество рядов болтов и др. Расчетные параметры узла вводятся в таблице, расположенной на странице слева. Катеты угловых сварных швов вводятся в таблице, расположенной в нижней части диалогового окна. По умолчанию единицами измерения всех линейных размеров приняты миллиметры.

При нажатии кнопки **Проектирование** выполняется режим автоматического подбора параметров заданного типа решения узла фермы. Данный режим предусматривает, что параметры не заданы и определяются автоматически из условий обеспечения необходимой несущей способности и конструктивных ограничений, регламентированных нормативной литературой. Заданные ранее значения в этом режиме игнорируются. Кроме того, выводится значение максимального фактора  $K_{max}$  (коэффициента использования ограничений) и указывается вид нормативной проверки, при котором этот максимум реализовался, а также выполняется генерация чертежа узлового решения стадии КМ.

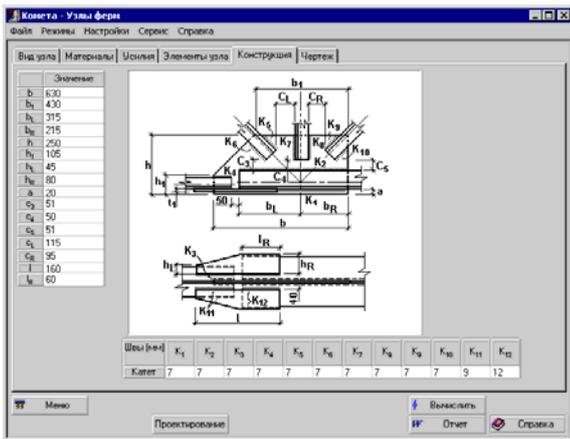


Рис. 1.7.4-11. Страница **Конструкция** режима **Узлы ферм**

При нажатии кнопки **Вычислить** программа выполняет проверку несущей способности заданных параметров элементов, входящих в состав узлового решения, и их соединений в соответствии с требованиями СНиП II-23-81\* [17]. Если часть параметров не задана, то программа автоматически определит их значения из условий обеспечения необходимой несущей способности и конструктивных ограничений, регламентированных нормативной литературой. В результате выводится значение максимального фактора  $K_{max}$  (коэффициента использования ограничений) и указывается вид нормативной проверки, при котором этот максимум реализовался. Полный перечень проверок и значения соответствующих коэффициентов использования ограничений доступен по нажатию кнопки **Факторы**.

Табл. 1.7.4-1. Список проверок несущей способности элементов и соединений конструктивных решений узлов ферм согласно СНиП II-23-81\*[17] и Пособию к СНиП II-23-81\*[19]

№ п/п	Название фактора	Тип узла	Ссылка на нормы
	<b>Рядовые узлы ферм из спаренных уголков:</b>	<b>рис. 1.7.4-1</b>	
1.	Прочность сварного соединения пояса фермы с фасонкой	<i>a, б, в, г, д, е, ж, з, и, к, л</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
2.	Прочность сварного соединения стояка с фасонкой	<i>a, в, г, д, е, з, и, к, л</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
3.	Прочность сварного соединения левого раскоса с фасонкой	<i>a, б, г, е, ж, и, л</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
4.	Прочность сварного соединения правого раскоса с фасонкой	<i>a, б, д, е, ж, к</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
	<b>Рядовые узлы ферм из прямоугольных (квадратных) труб:</b>	<b>рис. 1.7.4-2</b>	
5.	Несущая способность участка стенки пояса на продавливание (вырывание)	<i>a, б, в, г, д, е, ж, з, и, к, л</i>	п. 15.10, 15.11, (92), (94) [19]
6.	Несущая способность стенки пояса в плоскости узла в месте примыкания стояка	<i>a, б, в, г, д, е, з, к, л</i>	п. 15.12, (95) [19]
7.	Несущая способность стенки пояса в плоскости узла в месте примыкания левого раскоса	<i>a, г, ж, з, и, к, л</i>	п. 15.12, (95) [19]
8.	Несущая способность стенки пояса в плоскости узла в месте примыкания правого раскоса	<i>a, б, г, д, ж, и</i>	п. 15.12, (95) [19]
9.	Несущая способность стояка в зоне примыкания к поясу	<i>a, б, в, г, д, е, з, к, л</i>	п. 15.13, (96), (97) [19]
10.	Несущая способность левого раскоса в зоне примыкания к поясу	<i>a, г, ж, з, и, к, л</i>	п. 15.13, (96), (97) [19]

№ п/п	Название фактора	Тип узла	Ссылка на нормы
11.	Несущая способность правого раскоса в зоне примыкания к поясу	<i>a, б, г, д, ж, и</i>	п. 15.13, (96), (97) [19]
12.	Несущая способность сварных швов, прикрепляющих стояк к поясу	<i>a, б, в, г, д, е, з, к, л</i>	п. 15.14, (98), (99) [19]
13.	Несущая способность сварных швов, прикрепляющих левый раскос поясу	<i>a, г, ж, з, и, к, л</i>	п. 15.14, (98), (99) [19]
14.	Несущая способность сварных швов, прикрепляющих правый раскос к поясу	<i>a, б, г, д, ж, и</i>	п. 15.14, (98), (99) [19]
	<b>Опорные узлы ферм из прямоугольных (квадратных) труб:</b>	<b>рис. 1.7.4-3</b>	
15.	Прочность опорного ребра на местное смятие	<i>a, б</i>	
16.	Устойчивость опорного ребра	<i>a, б</i>	п. 5.3, (7) [17]
17.	Несущая способность участка стенки пояса на продавливание (вырывание)	<i>a, б</i>	п. 15.10, 15.11, (92), (94) [19]
18.	Несущая способность стенки пояса в плоскости узла в месте примыкания опорного раскоса	<i>a, б</i>	п. 15.12, (95) [19]
19.	Несущая способность опорного раскоса в зоне примыкания к поясу	<i>a, б</i>	п. 15.13, (96), (97) [19]
20.	Прочность сварного соединения пояса с опорным ребром	<i>a, б</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
21.	Несущая способность сварных швов, прикрепляющих опорный раскос к поясу	<i>a, б</i>	п. 15.14, (98), (99) [19]
	<b>Узлы смены сечения пояса по длине в фермах из спаренных уголков:</b>	<b>рис. 1.7.4-4</b>	
22.	Прочность сварного соединения пояса фермы с фасонкой	<i>a, б, в, г</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
23.	Прочность сварного соединения стояка с фасонкой	<i>a, в</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
24.	Прочность сварного соединения левого раскоса с фасонкой	<i>a, б, в, г</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
25.	Прочность сварного соединения правого раскоса с фасонкой	<i>a, б, в, г</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
26.	Прочность накладки	<i>a, б, в, г</i>	п. 5.1, (5) [17]
27.	Прочность сварного соединения накладки с полкой пояса большего поперечного сечения	<i>a, б, в, г</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
28.	Прочность сварного соединения накладки с полкой пояса меньшего поперечного сечения	<i>a, б, в, г</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
	<b>Монтажные узлы ферм из спаренных уголков:</b>	<b>рис. 1.7.4-5</b>	
29.	Прочность сварного соединения пояса левой панели фермы с фасонкой	<i>a, б, в, г, д, е, ж, з</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
30.	Прочность сварного соединения пояса правой панели фермы с фасонкой	<i>a, б, в, г, д, е, ж, з</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
31.	Прочность сварного соединения стояка левой панели фермы с фасонкой	<i>a, в, д, ж</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
32.	Прочность сварного соединения стояка правой панели фермы с фасонкой	<i>a, в, д, ж</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
33.	Прочность сварного соединения левого раскоса с фасонкой	<i>a, б, д, е</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
34.	Прочность сварного соединения правого раскоса с фасонкой	<i>a, б, д, е</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
35.	Прочность накладки	<i>a, б, в, г, д, е, ж, з</i>	п. 5.1, (5) [17]
36.	Прочность сварного соединения накладки с полкой пояса левой панели фермы	<i>a, б, в, г, д, е, ж, з</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
37.	Прочность сварного соединения накладки с полкой пояса правой панели фермы	<i>a, б, в, г, д, е, ж, з</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
	<b>Опорные узлы ферм из спаренных уголков:</b>	<b>рис. 1.7.4-6</b>	
38.	Прочность болтов на срез	<i>д</i>	п. 11.7*, (127), (128), п. 11.8, (130) [17]
39.	Прочность болтов на растяжение	<i>a, б, д</i>	п. 11.7*, (129), п. 11.8, (130) [17]
40.	Прочность фланца на изгиб	<i>a, б</i>	п. 5.12, (28) [17]
41.	Прочность опорного ребра на местное смятие	<i>д</i>	
42.	Устойчивость опорного ребра	<i>д</i>	п. 5.3, (7) [17]
43.	Местная устойчивость свесов полок опорного ребра	<i>д</i>	п. 7.23*, табл. 29* [17]
44.	Прочность сварного соединения пояса с опорной фасонкой	<i>a, б, в, г, д, е</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
45.	Прочность сварного соединения опорного раскоса с опорной фасонкой	<i>б, в, г, д, е</i>	п. 11.2, (120), (121) [17]
46.	Прочность сварного соединения опорного ребра с опорной фасонкой	<i>г, д, е</i>	п. 11.2, (120), (121), п. 11.3*, (122), (123), п. 11.5, (126) [17]

№ п/п	Название фактора	Тип узла	Ссылка на нормы
47.	Прочность сварного соединения фланца с опорной фасонкой	<i>a, б, в</i>	п. 11.2, (120), (121), п. 11.3*, (122), (123), п. 11.5, (126) [17]
48.	Прочность опорной плиты	<i>з, е</i>	
<i>Примечания: см. табл. 1.7.2-1.</i>			

При переходе на страницу **Чертеж** выполняется проверка узла аналогично режиму **Вычислить**. Если результаты анализа параметров элементов узла не противоречат конструктивным и нормативным требованиям, то выполняется генерация чертежа узлового решения стадии КМ.

Функциональные возможности кнопки **Отчет**, а также элементов управления, расположенных на странице **Чертеж**, аналогичны тем, которые предусмотрены в режиме **Жесткие базы колонн** (см. п. 1.7.1).

### 1.7.5 Сопряжение ригеля с колонной

Режим **Сопряжение ригеля с колонной** предназначен для проектирования и оценки несущей способности конструктивных решений узлов сопряжений ригелей с колонной. По условиям восприятия действующих на узел усилий и по возможности взаимного поворота ригеля относительно колонны рассматриваемые узлы подразделяются на следующие типы:

- жесткие, обеспечивающие практическую неподвижность ригеля относительно колонны (рис. 1.7.5-1);
- шарнирные, которые практически не препятствуют повороту ригеля относительно колонны (рис. 1.7.5-2).

На рис. 1.7.5-1 приведены реализованные в программе типы конструктивных решений жесткого сопряжения ригеля с колонной: на сварке (см. рис. 1.7.5-1, *a*) и на высокопрочных болтах (см. рис. 1.7.5-1, *б...ж*). Типы конструктивных решений сопряжений балок с колоннами, которые решены с использованием опорного фланца без опорного столика (см. рис. 1.7.5-1, *в...ж*), чаще всего проектируют как фрикционные соединения на высокопрочных болтах. Для случая, когда в узле сопряжения действует значительный изгибающий момент, величина которого превышает несущую способность ригеля, в программе предусмотрены типы конструктивных решений с вутами (см. рис. 1.7.5-1, *е, ж*).

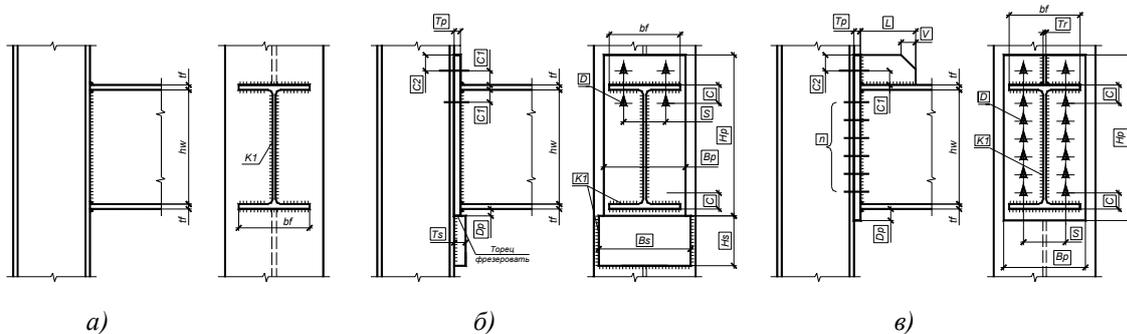


рис. 1.7.5-1

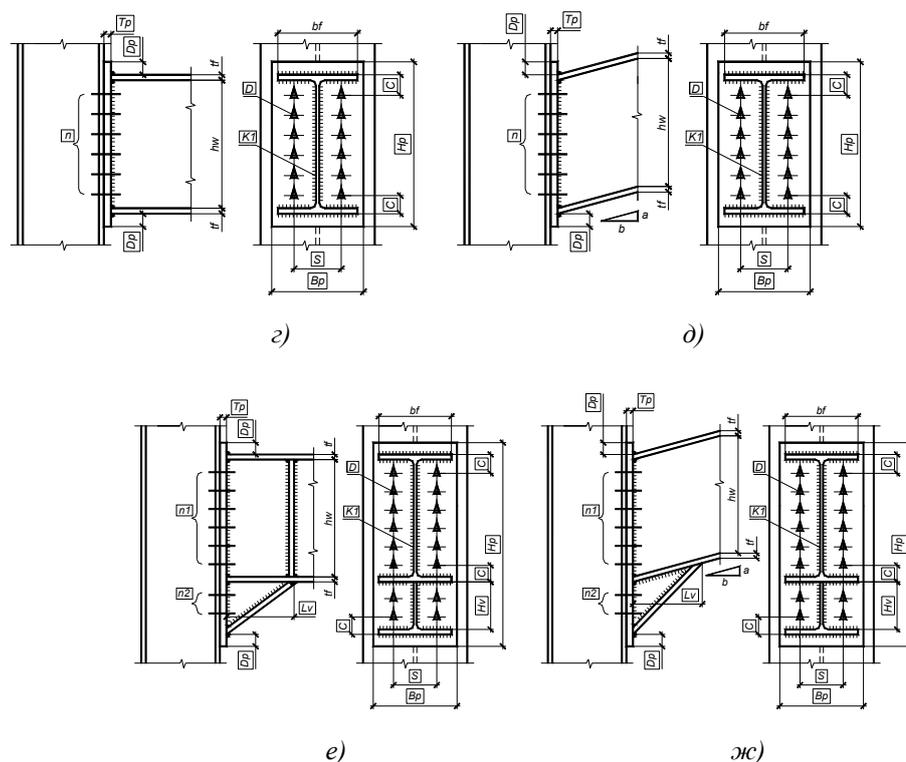


Рис. 1.7.5-1. Типы конструктивных решений жесткого сопряжения ригеля с колонной

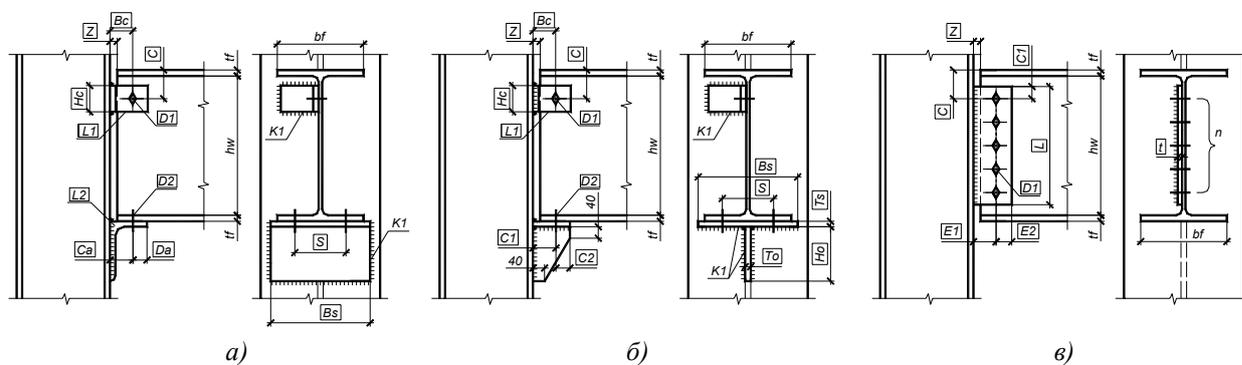


Рис. 1.7.5-2. Типы конструктивных решений шарнирного сопряжения ригеля с колонной

При работе этого режима в соответствии со СНиП II-23-81\* [17] выполняются следующие проверки:

- прочности фланцев, подкрепляющих ребер и вут;
- прочности болтовых и сварных соединений, присутствующих в узле;
- ряда конструктивных и сортаментных ограничений.

Главное окно режима **Сопряжение ригеля с колонной** включает пять страниц: **Конфигурация** (рис. 1.7.5-3), **Усилия** (рис. 1.7.5-6), **Ригель 1** (рис. 1.7.5-7), **Ригель 2** (рис. 1.7.5-8) и **Чертеж**.

Работа в режиме **Сопряжение ригеля с колонной** начинается с определения конфигурации сопряжения на странице **Конфигурация** (рис. 1.7.5-3). При сопряжении ригеля с колонной слева необходимо включить флажок (☑) возле маркера **Ригель 1**, при сопряжении ригеля с колонной справа необходимо включить флажок маркера **Ригель 2**. Для случая, когда в сопряжении присутствуют оба ригеля

(слева и справа), оба маркера (**Ригель 1** и **Ригель 2**) должны быть отмечены флажками. Группа кнопок **Положение ригеля** предназначены для определения положения ригелей в сопряжении с колонной. Верхнее положение ригелей соответствует узлу сопряжения с оголовком колонны балок покрытия, а среднее положение - узлу сопряжения с колонной балок перекрытия.

Группа элементов управления **Колонна** предназначены для описания типа поперечного сечения колонны и марки стали, которая для нее используется. Выбор марки стали для колонны выполняется в выпадающем списке **Сталь** группы **Колонна**. Если тип поперечного сечения колонны является сварным двутавровым, необходимо отметить флажком маркер **Сварное сечение** и нажать кнопку **Выбор профиля**. При этом в появившемся диалоговом окне **Размеры сечения** (рис. 1.7.5-4) необходимо определить размеры поперечного сечения колонны: высоту  $h_w$  и толщину  $t_w$  стенки колонны, ширину  $b_f$  и толщину  $t_f$  полки колонны и нажать кнопку **ОК**. По умолчанию единицами измерений размеров поперечного сечения колонны приняты миллиметры.

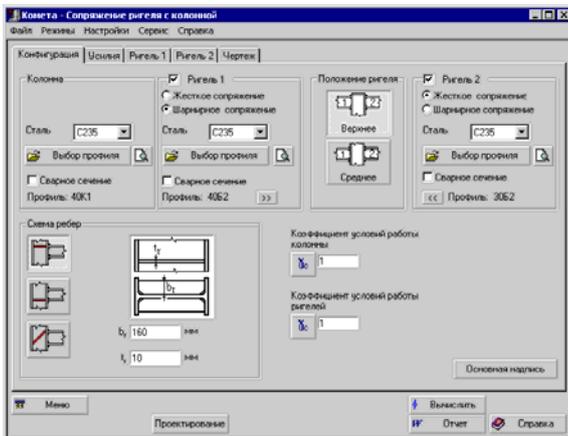


Рис. 1.7.5-3. Страница **Конфигурация** режима **Сопряжение ригеля с колонной**

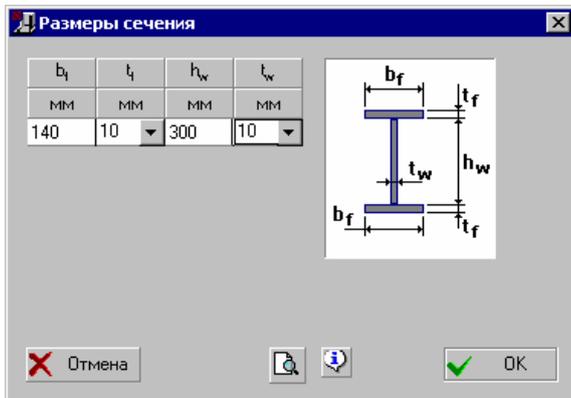


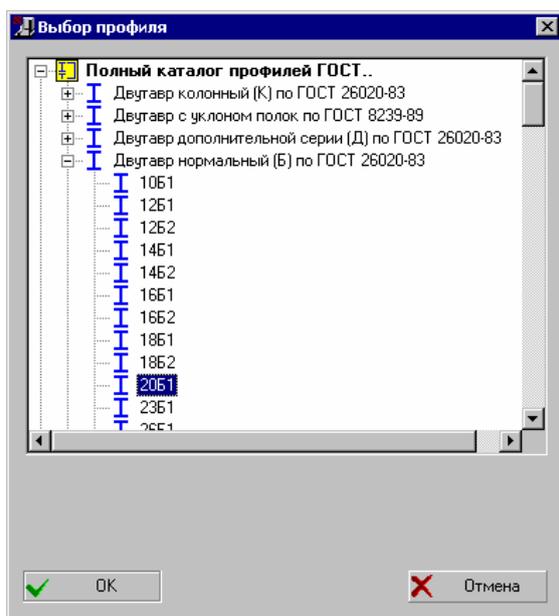
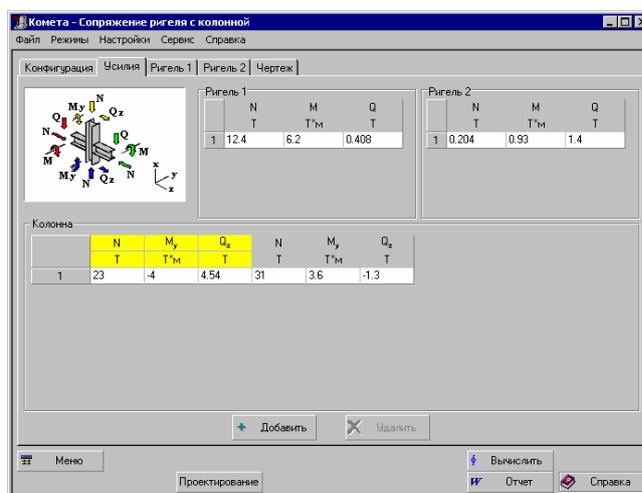
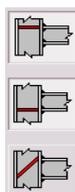
Рис. 1.7.5-4. Диалоговое окно **Размеры сечения**

Толщины полок и стенки можно ввести вручную или же выбрать из выпадающих списков, в которых содержится набор сортаментных размеров листовой стали. В случае, если тип поперечного сечения колонны является прокатным, необходимо нажать кнопку **Выбор профиля** (при этом маркер **Сварное сечение** не должен быть отмечен флажком). В древовидном списке нового диалогового окна **Выбор профиля** (рис. 1.7.5-5) необходимо выбрать сортament и номер профиля в данном сортamente для сечения колонны, после чего нажать кнопку **ОК**.

Обеспечена возможность графического контроля заданного поперечного сечения колонны в специальном информационном окне, которое становится доступным после нажатия кнопки **Предварительный просмотр** (🔍).

Аналогично определяется марка стали и тип поперечного сечения для ригелей узла сопряжения, для чего предусмотрены элементы управления, объединенные в соответствующие группы (**Ригель 1** и **Ригель 2**). Кроме того, для каждого из ригелей сопряжения необходимо назначить статический тип сопряжения, что реализуется выбором соответствующих селективных кнопок: **Жесткое сопряжение** или **Шарнирное сопряжение**. Нажатие кнопки **>>** в группе **Ригель 1** приводит к тому, что тип и размеры поперечного сечения, выбранные для ригеля 1 (ригеля, расположенного слева), автоматически присваиваются ригелю 2 (ригелю, расположенному справа). При нажатии кнопки **<<** в группе **Ригель 2** тип и размеры поперечного сечения, определенные для ригеля 2, автоматически присваиваются ригелю 1.

Коэффициенты условий работы колонны и ригелей в сопряжении можно ввести в соответствующих одноименных окнах ввода. Предусмотрена возможность выбора этого коэффициента в специальном диалоговом окне **Коэффициенты условий работы**, для чего необходимо нажать на расположенную рядом кнопку. Детальное описание функциональных возможностей этого диалогового окна приведено в п. 1.6.5.

Рис. 1.7.5-5. Диалоговое окно **Выбор профиля**Рис. 1.7.5-6. Страница **Усилия** режима **Сопряжение ригеля с колонной**

При действии значительных изгибающих моментов в узле соединения ригелей с колонной часто возникает необходимость в дополнительном подкреплении стенки колонны поперечными ребрами жесткости. Схема оребрения стенки колонны задается нажатием кнопок **Схема ребер**, которые отвечают за расположение ребер в уровне верхней полки балки, в уровне нижней полки балки, а также за косое расположение ребра. Такая возможность предусмотрена в программе.

Нажатие кнопки **Основная надпись** обеспечивает доступ к диалоговому окну, предназначенному для заполнения штампа чертежа, который будет автоматически генерироваться после выполнения проектирования конструктивного решения соединения ригеля с колонной. Принципы работы в диалоговом окне **Основная надпись** описаны в п. 1.7.1.

На странице **Усилия** (рис. 1.7.5-6) задаются расчетные усилия, действующие в узле соединения ригеля с колонной. В общем случае в каждом сопряжении со стороны ригеля на узел действуют продольная сила  $N$ , изгибающий момент  $M$  и соответствующая ему поперечная сила  $Q$ . Заметим, что в шарнирных сопряжениях ригеля с колонной изгибающий момент  $M$  должен равняться нулю.

Кроме того, в узле действуют усилия в колонне – продольная сила  $N$ , изгибающие моменты в обеих плоскостях  $M_x$ ,  $M_y$  и соответствующие им поперечные силы  $Q_y$  и  $Q_x$ . Усилия, действующие на колонну, задаются для поперечных сечений, расположенных выше и ниже проектируемого узла.

При нажатии кнопки **Добавить** в таблице усилий появляется новая строка, в которую необходимо ввести расчетные значения усилий для текущей комбинации нагрузок. Количество расчетных комбинаций нагрузок произвольно. По умолчанию единицами измерения продольных и поперечных усилий приняты тонны, изгибающих моментов – тонны×метры. Правило знаков усилий принимается по рисунку, приведенному выше таблицы усилий, на котором указано их положительное направление.

На странице **Ригель 1** размещена группа кнопок для выбора конструктивного решения сопряжения ригеля с колонной (ригеля, расположенного слева от колонны). Если для ригеля 1 на странице **Конфигурация** было задекларировано жесткое сопряжение, то на странице **Ригель 1** будут отображены конструктивные решения жесткого сопряжения ригеля с колонной. Жесткие сопряжения элементов выполняются только с использованием высокопрочных болтов.

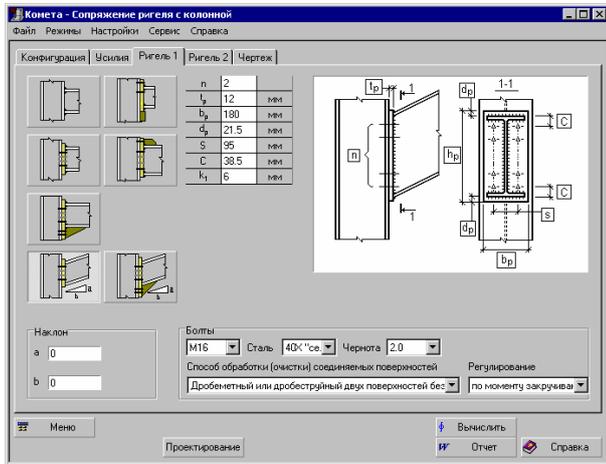


Рис. 1.7.5-7. Страница Ригель 1 режима Сопряжение ригеля с колонной (жесткое сопряжение ригеля 1 с колонной)

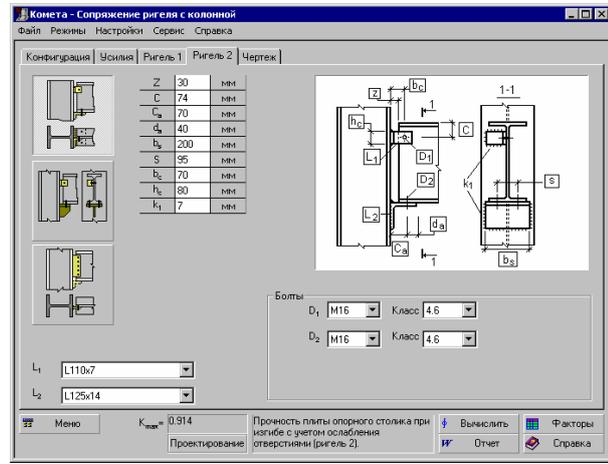


Рис. 1.7.5-8. Страница Ригель 2 режима Сопряжение ригеля с колонной (шарнирное сопряжение ригеля 2 с колонной)

Для некоторых типов сопряжений ригеля с колонной (рис. 1.7.5-1, д, ж) в программе предусмотрена возможность задания уклона ригеля с помощью назначения значений для безразмерных параметров  $a$  и  $b$  (см. рис. 1.7.5-1, д, ж) в группе **Наклон** (рис. 1.7.5-7).

На странице **Ригель 2** размещена группа кнопок для выбора конструктивного решения сопряжения с колонной ригеля 2 (ригеля, расположенного справа от колонны). Если для ригеля 2 на странице **Конфигурация** было задекларировано шарнирное сопряжение, то на странице **Ригель 2** будут отображены только конструктивные решения шарнирного сопряжения ригеля с колонной. Шарнирные сопряжения элементов выполняются с использованием болтов обычной прочности (для типов сопряжений с опорным столиком, рис. 1.7.5-2, а, б) и высокопрочных болтов (для типа сопряжения без опорного столика, рис. 1.7.5-2, в).

Для фиксации положения ригеля относительно колонны, а также в качестве опорного столика в некоторых типах шарнирных сопряжений (рис. 1.7.5-2, а, б) используются равнополочные уголки по ГОСТ 8509-86 [5]. Если пользователю известны размеры этих уголков, их можно задать в специальных выпадающих списках  $L_1$  и  $L_2$ .

При использовании высокопрочных болтов в специальных выпадающих списках, объединенных в группу **Болты**, необходимо задать марку стали болтов, их черноту (разницу между диаметром отверстия и диаметром болта), способ регулирования натяжения болтов, а также способ обработки (очистки) поверхностей элементов в соединении. Если известен диаметр высокопрочных болтов, используемых в сопряжении, в выпадающем списке необходимо задать их марку (диаметр). При использовании в сопряжении болтов обычной прочности в выпадающих списках необходимо задать класс прочности болтов, а также в случае, если диаметр болтов известен, задать их марку (диаметр).

Для оценки несущей способности известного (заданного) конструктивного решения узла сопряжения ригеля с колонной необходимо задать все расчетные параметры узла. К таким параметрам относим размеры и толщины конструктивных элементов, входящих в состав узла, диаметры болтов, размеры, регламентирующие расположение элементов относительно друг друга, катеты сварных швов, количество болтов, количество рядов болтов и др. Параметры узла вводятся в таблице, расположенной на странице **Ригель 1** или/и **Ригель 2**. По умолчанию единицами измерения линейных размеров проектного решения узла приняты миллиметры.

При нажатии кнопки **Проектирование** выполняется режим автоматического подбора параметров заданного типа узлового решения сопряжения ригеля с колонной. Данный режим предусматривает, что параметры не заданы и определяются автоматически из условий обеспечения необходимой несущей способности и конструктивных ограничений, регламентированных нормативной литературой. Заданные

ранее значения в этом режиме игнорируются. Кроме того, выводится значение максимального фактора  $K_{\max}$  (коэффициента использования ограничений) и указывается вид нормативной проверки, при котором этот максимум реализовался, а также выполняется генерация чертежа узлового решения стадии КМ.

При нажатии кнопки **Вычислить** программа выполняет проверку несущей способности заданных параметров элементов, входящих в состав узлового решения, и их соединений в соответствии с требованиями СНиП II-23-81\* [17]. Если часть параметров не задана, то программа автоматически определит их значения из условий обеспечения необходимой несущей способности и конструктивных ограничений, регламентированных нормативной литературой. В результате выводится значение максимального фактора  $K_{\max}$  (коэффициента использования ограничений) и указывается вид нормативной проверки, при котором этот максимум реализовался. Полный перечень проверок и значения соответствующих коэффициентов использования ограничений доступен по нажатию кнопки **Факторы**.

Список выполняемых программой проверок несущей способности элементов и соединений конструктивных решений узлов жестких и шарнирных сопряжений ригелей с колонной представлен в табл. 1.7.5-1, 1.7.5-2.

При переходе на страницу **Чертеж** выполняется проверка узла аналогично режиму **Вычислить**. Если результаты анализа параметров элементов узла не противоречат конструктивным и нормативным требованиям, то выполняется генерация чертежа узлового решения стадии КМ.

Функциональные возможности кнопки **Отчет**, а также элементов управления, расположенных на странице **Чертеж** аналогичны тем, которые предусмотрены в режиме **Жесткие базы колонн** (см. п. 1.7.1).

**Табл. 1.7.5-1. Список проверок несущей способности элементов и соединений конструктивных решений жестких сопряжений ригеля с колонной по СНиП II-23-81\***

№ п/п	Название фактора	Тип стыка	Ссылка на СНиП II-23-81*
1.	Прочность опорного ребра из условия смятия торцевой поверхности	рис. 1.7.5-1, б	
2.	Прочность опорного ребра из условия общей устойчивости	рис. 1.7.5-1, б	п. 5.3, (7)
3.	Прочность опорного ребра из условия местной устойчивости свеса полки	рис. 1.7.5-1, б	п. 7.24
4.	Прочность фланца при изгибе с учетом ослабления отверстиями	рис. 1.7.5-1, б-ж	
5.	Прочность сварного соединения ригеля с полкой колонны	рис. 1.7.5-1, а	п. 11.2*, (120), (121), п. 11.3*, (122), (123)
6.	Прочность сварного соединения ригеля с опорным ребром (фланцем)	рис. 1.7.5-1, б-ж	п. 11.2*, (120), (121), п. 11.3*, (122), (123)
7.	Прочность болтового соединения опорного ребра (фланца) ригеля с полкой колонны	рис. 1.7.5-1, б-ж	п. 11.13*, (131)*, (132)*
8.	Прочность крепления опорного столика к полке колонны	рис. 1.7.5-1, б	п. 11.2*, (120), (121)
9.	Прочность стенки колонны по нормальным напряжениям	рис. 1.7.5-1, а-ж	п. 5.12, (28)
10.	Прочность стенки колонны по касательным напряжениям	рис. 1.7.5-1, а-ж	п. 5.12, (29)
11.	Прочность стенки колонны по местным напряжениям	рис. 1.7.5-1, а-ж	п. 5.13, (31)
12.	Прочность стенки колонны по приведенным напряжениям	рис. 1.7.5-1, а-ж	п. 5.14*, (33)
13.	Местная устойчивость стенки колонны	рис. 1.7.5-1, а-ж	п. 7.4, (74), 7.6*, (79), п. 7.2* (72), (73)
<i>Примечания:</i> см. примечания к табл. 1.7.5-2.			

Табл. 1.7.5-2. Список проверок несущей способности элементов и соединений конструктивных решений шарнирных сопряжений ригеля с колонной по СНиП II-23-81\*

№ п/п	Название фактора	Тип стыка	Ссылка на СНиП II-23-81*
1.	Прочность плиты опорного столика из условия смятия торцевой поверхности	рис. 1.7.5-2, а, б	
2.	Прочность плиты опорного столика при изгибе	рис. 1.7.5-2, а, б	п. 5.12, (28)
3.	Прочность плиты опорного столика при изгибе с учетом ослабления отверстиями	рис. 1.7.5-2, а, б	
4.	Прочность накладки с учетом ослабления отверстиями на срез	рис. 1.7.5-2, в	
5.	Прочность болтового соединения ригеля с полкой колонны через накладку	рис. 1.7.5-2, в	п. 11.13*, (131)*, (132)*
6.	Прочность крепления опорного столика к полке колонны	рис. 1.7.5-2, а, б	п. 11.2*, (120), (121)
7.	Прочность крепления накладки к полке колонны	рис. 1.7.5-2, в	п. 11.2*, (120), (121), п. 11.3*, (122), (123)

*Примечания:* см. примечания к табл. 1.7.5-2.

### 1.7.6 Типовые узлы

Режим **Типовые узлы** предназначен для проектирования типовых узлов сопряжений балок в одном уровне, выполненных на болтах или при помощи опорного уголка. В программе реализовано два типа сопряжения балок в одном уровне при использовании накладок, которые крепятся к ребру жесткости главной балки и к стенке второстепенной балки на болтах с одной или с двух сторон. Кроме того, реализовано шесть типов сопряжений балок с использованием опорного уголка, который с помощью сварных угловых швов крепится к верхней полке главной балки и к торцу стенки второстепенной балки. В качестве типа поперечного сечения для сопрягаемых балок в режиме **Типовые узлы** использованы двутавры нормальные (Б) по ГОСТ 26020-83 [11], двутавры широкополочные по ГОСТ 26020-83 [11] и швеллеры с уклоном полок по ГОСТ 8240-89 [4].

Главное окно режима **Типовые узлы** содержит всего две страницы: **Конструкция** (рис. 1.7.6-1) и **Чертеж** (рис. 1.7.6-2).

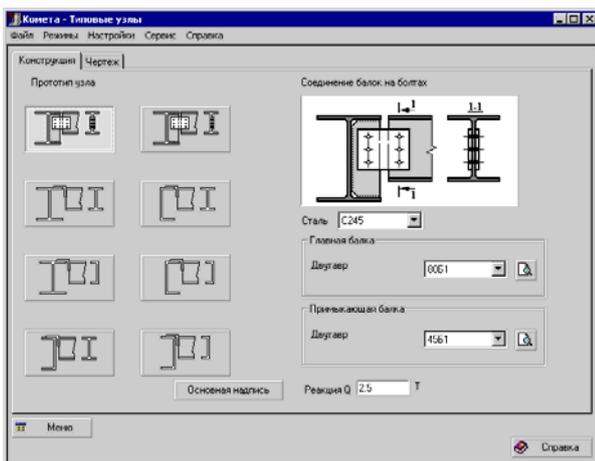


Рис. 1.7.6-1. Страница **Конструкция** режима **Типовые узлы**

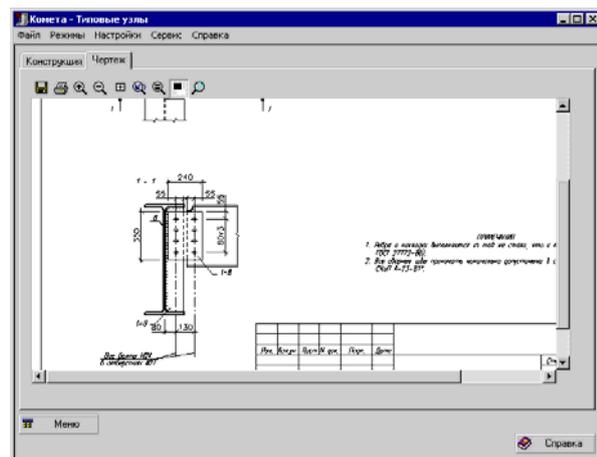


Рис. 1.7.6-2. Страница **Чертеж** режима **Типовые узлы**

На странице **Конструкция** размещена группа кнопок **Прототип узла**, предназначенная для выбора конструктивного решения узла сопряжения балок в одном уровне. На этой же странице расположено

---

информационное окно, в котором отображается эскиз конструктивного решения узла. В выпадающем списке **Сталь** необходимо задать марку стали, которая будет использоваться для элементов сопряжения.

В группах **Главная балка** и **Примыкающая балка** задаются типы поперечных сечений для главной балки и примыкающей к ней балки путем выбора номера профиля из предлагаемых в выпадающих списках. Обеспечена возможность графического контроля заданных поперечных сечений сопрягаемых балок в специальных информационных окнах, которые становятся доступными после нажатия кнопок **Предварительный просмотр** () в соответствующих группах (**Главная балка** или **Примыкающая балка**).

В поле **Реакция** вводится числовое значение опорной реакции, которое передается с примыкающей балки на главную. По умолчанию единицами измерений опорной реакции приняты тонны.

Нажатие кнопки **Основная надпись** обеспечивает доступ к одноименному диалоговому окну, предназначенному для заполнения штампа чертежа, который будет автоматически генерироваться после выполнения проектирования конструктивного решения сопряжений балок в одном уровне. Принципы работы в диалоговом окне **Основная надпись** описаны в п. 1.7.1.

При переходе на страницу **Чертеж** (рис. 1.7.6-2) выполняется проверка несущей способности сопряжения балок в одном уровне и, в случае, если она удовлетворяется, происходит генерация чертежа узлового решения в специальное информационное окно.

## Литература

- [1] ГОСТ 82-70\*. Прокат стальной горячекатаный широкополосной универсальный. – М.: Госстандарт СССР.
- [2] ГОСТ 103-76\*. Полоса стальная горячекатаная. – М.: Госстандарт СССР.
- [3] ГОСТ 8239-89. Двутавры стальные горячекатаные. Сортамент. – М.: Госстандарт СССР.
- [4] ГОСТ 8240-89. Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент. – М.: Госстандарт СССР.
- [5] ГОСТ 8509-86. Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент. – М.: Госстандарт СССР.
- [6] ГОСТ 8510-86\*. Уголки стальные горячекатаные неравнополочные. Сортамент. – М.: Госстандарт СССР.
- [7] ГОСТ 19903-74. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент. – М.: Госстандарт СССР.
- [8] ГОСТ 19904-90. Прокат листовой холоднокатаный. Сортамент. – М.: Госстандарт СССР.
- [9] ГОСТ 16350-80. Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей. – М.: Госстандарт СССР.
- [10] ГОСТ 22356-77\*. Болты и гайки высокопрочные и шайбы. Общие технические условия. – М.: Госстандарт СССР.
- [11] ГОСТ 26020-83\*. Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Сортамент. – М.: Стройиздат.
- [12] ГОСТ 26633-91. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. Межгосударственный стандарт. – М, Стандартиформ.
- [13] ГОСТ 27751-88. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету (СТ СЭВ 384-87). – М.: Госстандарт СССР.
- [14] ГОСТ 27772-88\*. Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия. – М.: Госстандарт СССР.
- [15] Перельмутер А. В., Гильденгорн Л. А. О классификации строительных конструкций / Строительная механика и расчет сооружений. – 1990. – № 3. – с. 67-70.
- [16] СНиП II-21-75. Бетонные и железобетонные конструкции. Строительные нормы и правила. – М.: Стройиздат. – 1976. – 89 с.
- [17] СНиП II-23-81\*. Стальные конструкции: Строительные нормы и правила / Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 1996. – 96 с.
- [18] СНиП 2.03.01-84\*. Бетонные и железобетонные конструкции. Строительные нормы и правила / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2001. – 76 с.
- [19] Пособие по проектированию стальных конструкций (к СНиП II-23-81\*) / ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 148 с.
- [20] Васильченко В.Т., Рутман А.Н., Лукьяненко Е.П. Справочник конструктора металлических конструкций. – Киев: Будивельник, 1980. – 288 с.
- [21] Стальные конструкции. Справочник конструктора. Под ред. Н.П.Мельникова. – М.: Стройиздат, 1973. – 328 с.