

5. Создание расчетной схемы



В разделе инструментальной панели **Схема** сосредоточены операции, позволяющие сформировать расчетную схему или ее часть на основе параметрических прототипов конструкций. Кроме того, операции этого раздела используются для модификации модели с использованием механизмов аффинных преобразований, копирования, сборки и др.



Рис. 5-1. Раздел **Схема** инструментальной панели препроцессора

Из раздела **Схема** вызываются следующие операции:

- генерация прототипа рамы;
- генерация прототипа фермы;
- дублирование рамы вдоль оси Y;
- генерация прямоугольной сетки элементов на плоскости;
- генерация балочного ростверка;
- создание поверхностей вращения;
- создание поверхности вращения по заданной формуле;
- создание поверхности по заданной формуле;
- создание стандартной аналитической поверхности;
- создание стандартных конструкций;
- задание сетки разбивочных осей;
- геометрические преобразования;
- копирование схемы;
- копирование фрагмента схемы;
- удаление схемы;
- сборка схемы из нескольких схем (**Режим сборки**);
- генерация сетки произвольной формы на плоскости;
- вызов графического редактора.

Поскольку большинство операций раздела **Схема** выполняются сразу после ввода параметров в диалоговых окнах и не требуют специального подтверждения, кнопки **ОК** —  и **Отмена** —  в этом разделе инструментальной панели отсутствуют.

5.1. Расчетные схемы рамных стержневых конструкций

Операция Генерация прототипа рамы



Эта операция обеспечивает формирование двух видов рамных стержневых систем на основе параметрических прототипов — многоэтажные многопролетные рамы и одноэтажные многопролетные рамы промышленных зданий. Выбор конфигурации рамы выполняется в одноименном диалоговом окне (рис. 5.1-1) путем указания курсором на соответствующую пиктограмму.

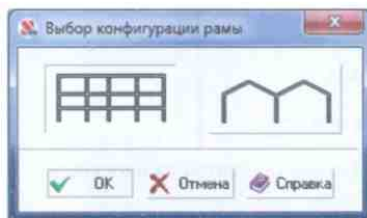


Рис. 5.1-1. Диалоговое окно **Выбор конфигурации рамы**

Многоэтажные многопролетные рамы

Ввод данных, необходимых для формирования схемы многоэтажной многопролетной рамы, выполняется в диалоговом окне **Задание параметров регулярной рамы** (рис. 5.1-3). В этом окне задаются размеры рамы, назначаются жесткости элементов и типы конечных элементов, накладываются связи в узлах. Для ввода размеров используются две таблицы: левая — для описания пролетов и правая — для описания этажей.

Активация маркера **Автоматическая установка связей** означает, что в основании колонн сгенерированной рамы будут назначены связи по направлениям, соответствующим активным (нажатым) кнопкам-маркерам с наименованием степеней свободы. По умолчанию активируются маркеры, соответствующие степеням свободы, определяемым типом расчетной схемы.

Кнопки **Колонны** и **Ригели** служат для ввода жесткостных характеристик соответствующим элементам схемы, а кнопка **Назначение типа КЭ** — для назначения типов конечных элементов. Эти данные задаются с помощью соответствующих операций в инструментальной панели **Назначение** и описаны в разделе 7 (Задание характеристик узлов и элементов).

В программе практически отсутствуют ограничения на количество задаваемых пролетов и этажей («практически», в данном случае, равно 32000). Кроме того, открытые по умолчанию в этом диалоговом окне степени свободы, на которые накладываются связи, ограничены шестью. Если созданная стержневая модель предусматривает использование большего числа степеней свободы (например, признаки схемы 8 или 9), то недостающие связи в узлах необходимо назначить, используя для этого соответствующую операцию из раздела **Назначение** инструментальной панели.

В тех случаях, когда сечения отдельных ригелей или колонн отличаются от заданных при генерации рамы (например, часть ригелей имеет другое сечение), следует воспользоваться операцией **Назначение жесткостей стержням** —  из раздела **Назначение** инструментальной панели и задать этим элементам необходимые характеристики. Но, как правило, для генерации расчетной схемы достаточно заполнить только данные в таблицах.

В качестве примера многоэтажной многопролетной рамы, который будет использован при описании технологии работы по созданию расчетной схемы, рассмотрим раму (рис. 5.1-2), имеющую пять пролетов (2x6 м, 3 м, 2x4.5 м) и 10 этажей (4 м, 8x3.3 м, 2.5 м)

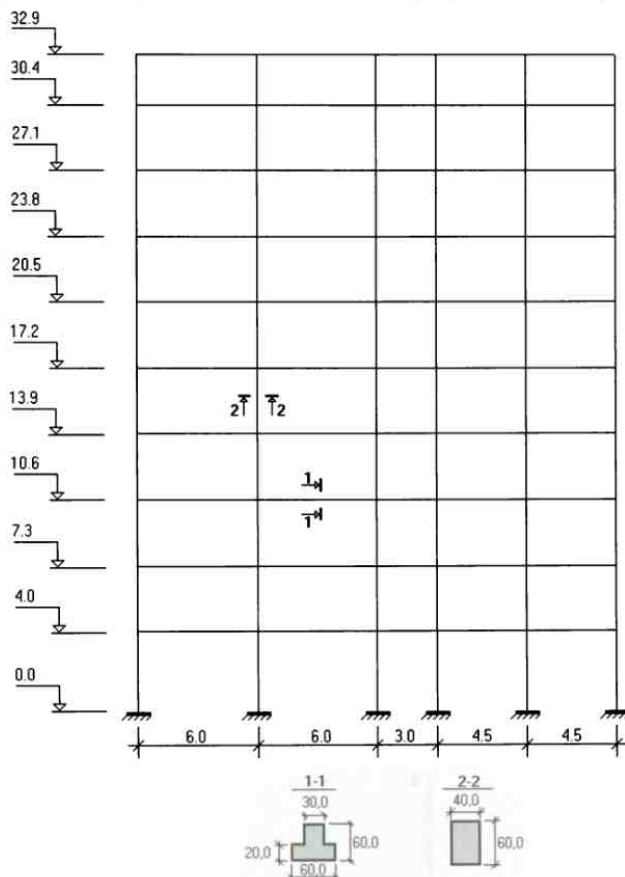


Рис. 5.1-2.

Диалоговое окно, с исходными данными для генерации этой рамы показано на рисунке 5.1-3.

Если все необходимые параметры рамы определены, то после нажатия кнопки **ОК** выполняется генерация схемы (результат для приведенного выше примера показан на рис. 5.1-4).

5. Создание расчетной схемы

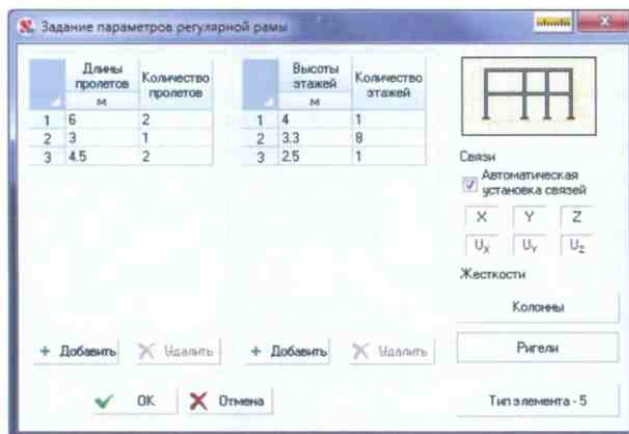


Рис. 5.1-3. Диалоговое окно Задание параметров регулярной рамы

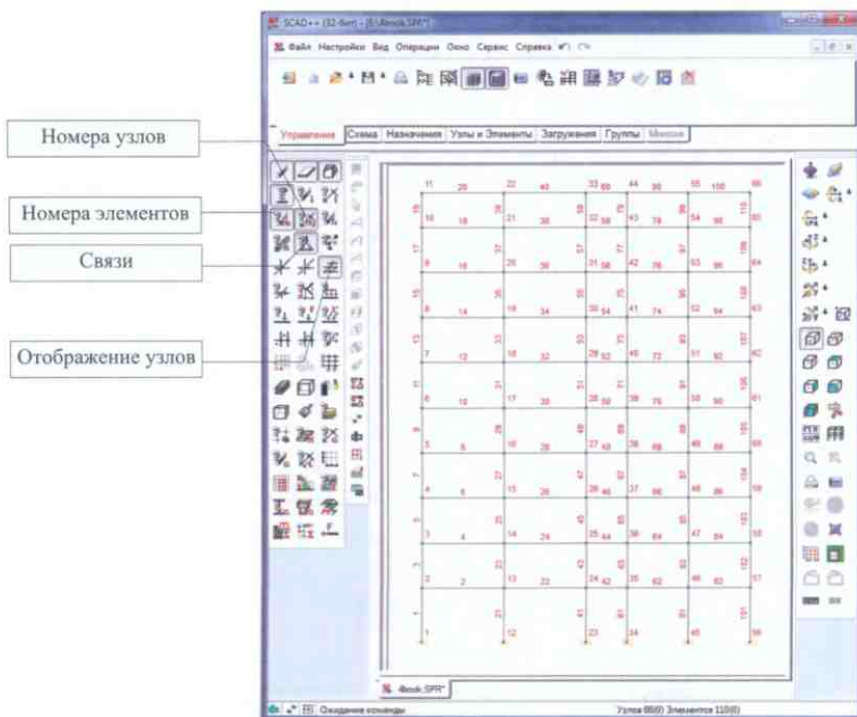


Рис. 5.1-4. Расчетная схема многоэтажной многопролетной рамы

Одноэтажные многопролетные рамы промышленных зданий

С помощью этого параметрического прототипа можно сгенерировать расчетную схему одно или многопролетной одноэтажной рамы с различной конфигурацией ригеля (двухскатный симметричный, двухскатный несимметричный, односкатный), а также учесть наличие подкрановых балок. Исходные данные, необходимые для генерации рамы задаются в диалоговом окне

Одноэтажная рама (рис. 5.1-6) и включают:

- длины пролетов и их количество (задаются в таблице);
- высота колонн — H ;
- уклон ригеля — p (в процентах, принят одинаковым во всех пролетах);
- положение конькового узла (задается отношением расстояния от узла до левой колонны — L_c к длине пролета — L_p).

Кроме того, в диалоговом окне предусмотрены:

- автоматическая установка связей в основании колонн (активен маркер **Установка связей**) и указываются направления степеней свободы перемещений, на которые накладываются связи;
- моделирование конструкции подкрановых балок (активен маркер **Подкрановая балка**) и задаются высотное — h и плановое — w положение опор подкрановых балок (рис. 5.1-6,б);
- задание жесткостных характеристик колонн и ригелей — используются одноименные кнопки (принято, что все ригели имеют одинаковое сечение и все колонны имеют одинаковое сечение);
- назначение типа конечных элементов (по умолчанию принимается соответствующим типу схемы, т. е., если в идентификационных данных проекта установлен тип 2, то элементы будут типа 2, если 5, то и элементы соответственно — типа 5).

В качестве примера одноэтажной многопролетной рамы рассмотрим раму с двухскатными симметричными ригелями (рис. 5.1-5), имеющую три пролета (24 м, 36 м и 24 м) и высоту колонн 12 м, уклон ригелей 20%, отметка привязки подкрановой балки 8 м и величина смещения осей подкрановой части относительно надкрановой — 0.5 м.

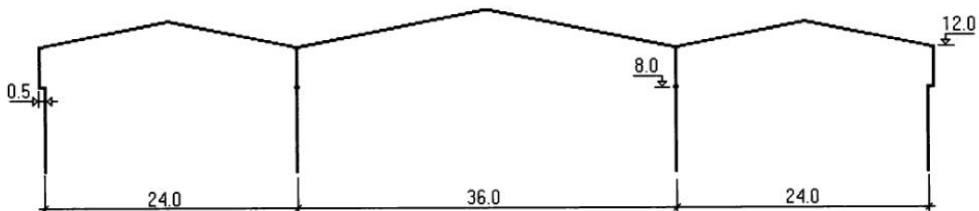


Рис. 5.1-5. Одноэтажная многопролетная рама

5. Создание расчетной схемы

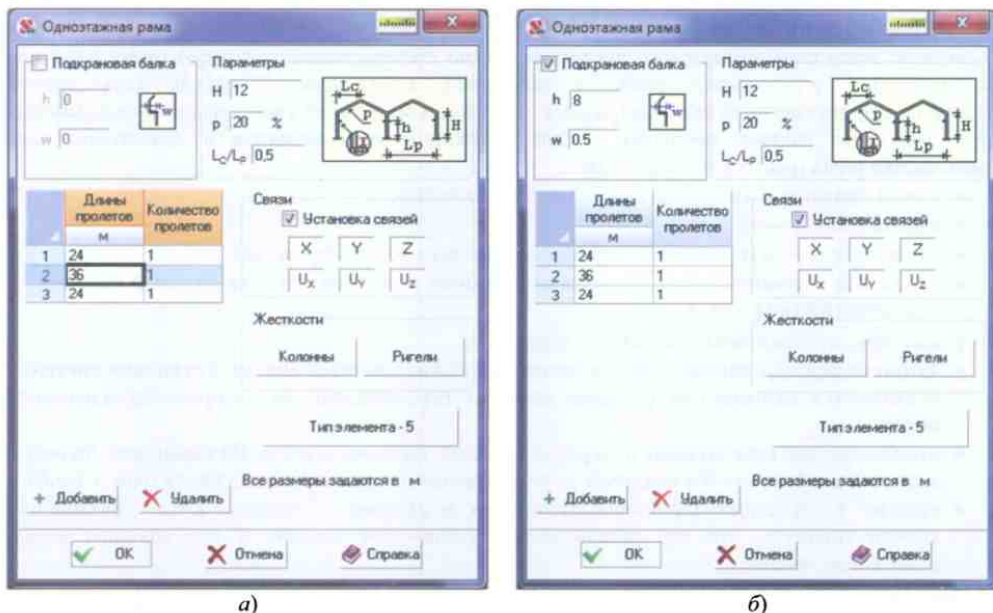



Рис. 5.1-6. Диалоговое окно **Одноэтажная рама** с исходными данными, необходимыми для формирования расчетной схемы: а) без подкрановой балки и б) с подкрановой балкой

Для моделирования опирания подкрановых балок на крайних колоннах в расчетной схеме предусматривается смещение осей подкрановой части колонны относительно надкрановой части с использованием жестких вставок. На средних колоннах вводятся промежуточные узлы и выбор способа моделирования опирания подкрановых балок (введение консолей, приведение нагрузок к центральному узлу и т. п.) остается за пользователем. Для отображения на схеме жестких вставок,

используется одноименная кнопка фильтров . Так как в данном случае жесткие вставки вводятся по направлению местной оси Z_1 элемента, то при отключенной кнопке фильтра элементы, моделирующие надкрановую часть колонны, будут отображаться под углом (рис. 5.1-7).

Изменяя положение конькового узла в пролете, можно получить различные очертания ригеля. Если $L_c/L_p = 0.5$, то коньковый узел будет размещаться в центре пролета, т.е. будет сформирована схема с симметричным двухскатным ригелем. При значении $L_c/L_p = 1$ — ригель будет односкатным с коньковым узлом у правой колонны, а при $L_c/L_p = 0$ — у левой. Для значений $0 < L_c/L_p < 1$, отличных от 0.5, будет сформирована схема с несимметричным двухскатным ригелем.

Следует отметить, что параметры, заданные в диалоговом окне **Одноэтажная рама**, одинаковы для всех пролетов. Если какие-то пролеты отличаются от других, то после генерации схемы следует воспользоваться соответствующими операциями и изменить их характеристики (например, для изменения сечений элементов или угла их разворота — воспользоваться соответствующими операциями инструментальной панели **Назначение**, а для изменения геометрии рамы — операциями инструментальной панели **Узлы и Элементы**).

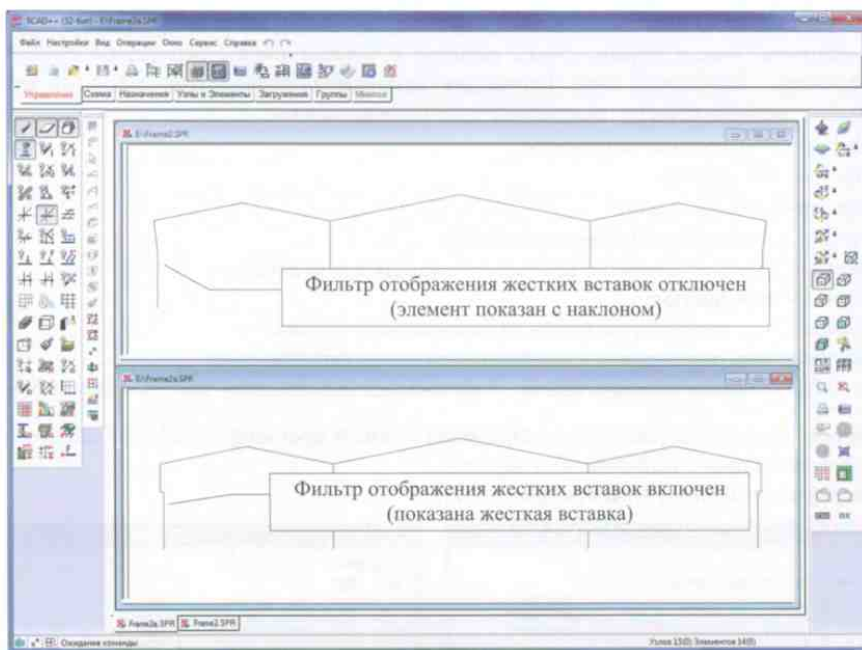


Рис. 5.1-7. Отображение жестких вставок на расчетной схеме


5.2. Формирование схем плоских шарнирно-стержневых систем



Для формирования расчетной схемы фермы можно воспользоваться имеющейся в комплексе библиотекой параметрических прототипов. Выбор прототипа фермы осуществляется по двум параметрам — очертанию поясов и схеме решетки.

Если указать курсором на стрелку, стоящую справа от кнопки **Генерация прототипа фермы**



то появится меню, в котором выбирается материал фермы (**Генерация прототипа стальной фермы** или **Генерация прототипа деревянной фермы**). При этом предполагается, что стальная ферма выполнена из прокатных уголков или труб круглого и прямоугольного (квадратного) сечения, а деревянная — из круглого или прямоугольного бруса. В случае, когда в процессе генерации не предусматривается назначение жесткостных характеристик элементам фермы, используется кнопка 


Генерация прототипа стальной фермы

Выбор очертания поясов фермы, схемы решетки и задание параметров фермы выполняется в двухстраничном диалоговом окне **Генерация прототипа фермы** (рис. 5.2-1). В программе реализована генерация ферм со следующими очертаниями поясов:

- фермы с параллельными поясами;
- треугольные фермы;
- трапециевидные фермы;
- фермы с полигональным верхним поясом.

Рекомендуется следующий порядок задания данных в этом окне:

на странице **Общие данные**:

- выбрать очертание поясов фермы из одноименного списка;
- активировать пиктограмму с изображением схемы решетки;
- в таблице задать размеры фермы и количество панелей (для контроля геометрии фермы можно воспользоваться кнопкой **Предварительный просмотр** — , по нажатию которой появляется окно с изображением фермы);
- перейти на страницу **Сечения** (рис. 5.2-2);

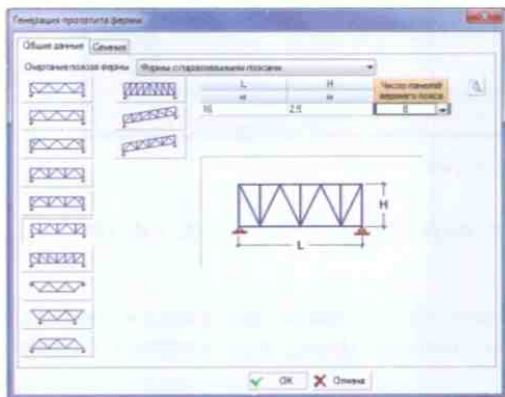


Рис. 5.2-1. Страница **Общие данные** диалогового окна **Генерация прототипа фермы**

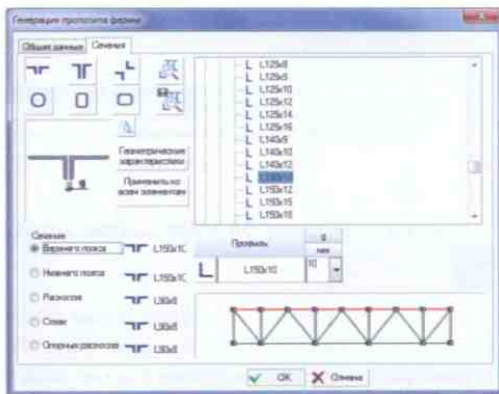


Рис. 5.2-2. Страница **Сечения** диалогового окна **Генерация прототипа фермы**

на странице **Сечения**:

- выбрать кнопку-маркер с изображением профиля элементов фермы;
- активировать маркер в группе **Сечение**, например, **Верхний пояс** (на эскизе фермы выбранный элемент будет выделен красным цветом);
- в списке сортиментов металлопроката выбрать сечение указанного элемента фермы (наименование выбранного профиля будет показано в таблице **Профиль**);
- выбрать толщину фасонки g из списка в таблице **Профиль**;
- повторить три предыдущие операции для других элементов фермы;
- выйти из диалогового окна нажатием кнопки **ОК**.

Если параметры фермы заданы корректно, то на экране будет показана ее расчетная схема (рис. 5.2-3).

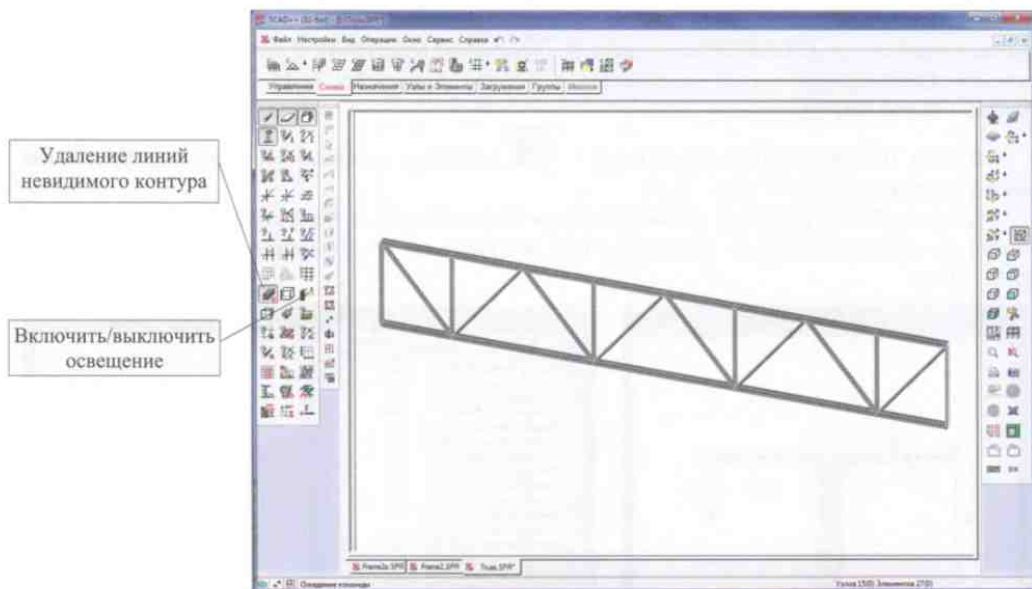


Рис. 5.2-3. Расчетная схема фермы

Работа на странице Сечения (дополнительные возможности)

Выбор сечения элементов фермы выполняется с помощью следующих кнопок-маркеров:



— парные уголки тавром, соединенные меньшими полками;



— парные уголки тавром, соединенные большими полками;



— уголки равнополочные, собранные крестом;



— трубы круглые;



— трубы прямоугольные с большей стороной по вертикали или квадратные;



— трубы прямоугольные с большей стороной по горизонтали или квадратные.

После выбора вида сечения в списках сортиментов металлопроката будут доступны только те позиции, которые соответствуют выбранному сечению.

Для запоминания часто используемых профилей или комбинаций парных уголков в программе предусмотрена возможность создания библиотеки пользовательских сечений. Кнопки **Сохранить**

сечение в базе данных пользователя —  и **Загрузить сечение из базы данных пользователя**



— позволяют использовать сечения созданные не только в комплексе SCAD, но и в других приложениях системы SCAD Office (например, в программе Кристалл). Файл базы пользовательских сечений *UserSectionStorage.uss* сохраняется в разделе **Application Data** системной директории **Documents and Settings**.



Кнопка **Предварительный просмотр** — открывает одноименное окно с изображением эскиза выбранного сечения (рис. 5.2-4).

Кнопкой **Геометрические характеристики** вызывается окно **Свойства сечения**, в котором наряду с эскизом сечения в табличном виде представлены его геометрические характеристики (рис. 5.2-5).

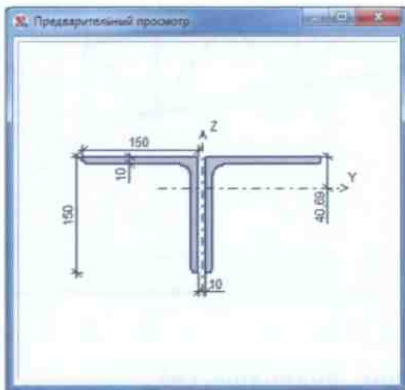


Рис. 5.2-4. Окно **Предварительный просмотр**

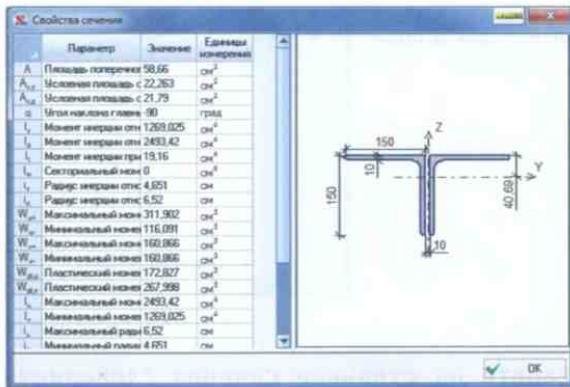


Рис. 5.2-5. Окно **Свойства сечения**

Кнопка **Применить ко всем сечениям** используется в тех случаях, когда все или большинство элементов фермы имеют одинаковое сечение. Для того чтобы воспользоваться этой кнопкой следует назначить сечение одному из элементов и, не меняя активный маркер, нажать указанную кнопку. Все элементы схемы получат указанное сечение. Если в схеме есть элементы с другим сечением, то им нужно назначать сечение после выполнения рассматриваемой операции.

Генерация прототипа деревянной фермы

Формирование прототипа деревянной фермы выполняется по тем же правилам, что и стальной. Количество прототипов деревянной фермы значительно меньше и все они представлены на странице **Общие данные** (рис. 5.2-6).

В программе предусмотрены два вида сечений для элементов деревянных ферм — прямоугольное (квадратное) и круглое из клееной древесины. Элементы управления и правила работы с странице **Сечения** (рис. 5.2-7) совпадают с рассмотренными выше для стальных ферм. Модуль упругости и коэффициент Пуассона для дерева в жесткостных характеристиках элементов назначается в соответствии с установленными нормами проектирования.