



— 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).

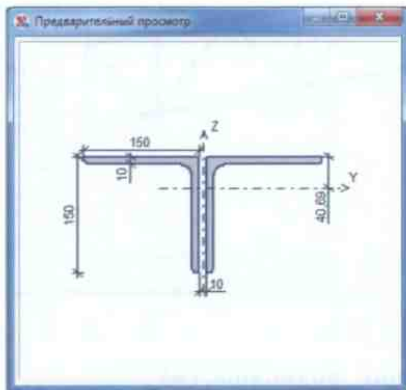


Рис. 5.2-4. Окно **Предварительный просмотр**

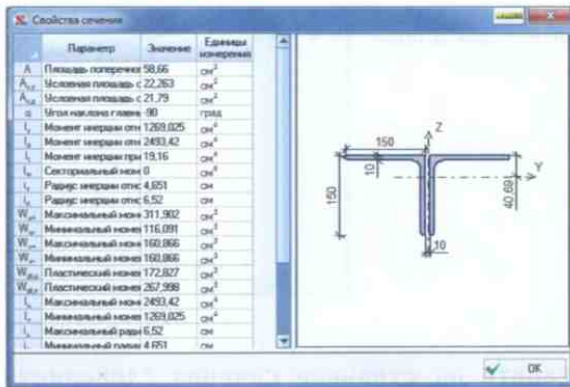


Рис. 5.2-5. Окно **Свойства сечения**

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 клеенной 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.

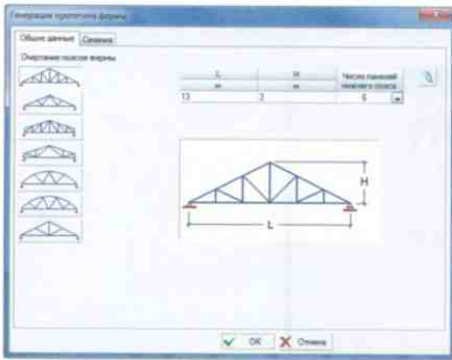


Рис. 5.2-6. Страница **Общие данные** при генерации прототипа деревянной фермы

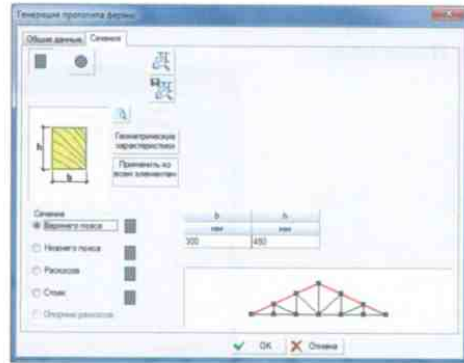




Рис. 5.2-7. Страница **Сечения** при генерации прототипа деревянной фермы

Генерация ферм с элементами произвольного сечения

Этот режим используется в тех случаях, когда сечения элементов отличаются от предусмотренных в режимах генерации ферм из стального проката и дерева. В этом случае формируется только геометрия схемы, а жесткостные характеристики элементов задаются операцией **Назначение жесткостей стержням** —  в разделе инструментальной панели **Назначение**. Выбор конфигурации фермы выполняется в окне **Общие данные** (рис. 5.2-1) по тем же правилам, что и для ферм из стального проката.

5.3. Пространственные рамы и фермы




В тех случаях, когда прототип стержневой системы представляет собой плоскую конструкцию, лежащую в плоскости, параллельной XOZ , его можно использовать для формирования пространственной стержневой системы с помощью операции **Дублирование вдоль оси Y** — .

В основе этой операции лежит принцип дублирования расположенной в плоскости XOZ поперечной конструкции плоской рамы (поперечника) или фермы с заданным шагом в направлении оси Y в правой декартовой системе координат XYZ . При этом продольные конструкции образуются путем порождения стержней в направлении оси Y из каждого узла поперечной конструкции (за исключением опорных узлов колонн рамы).

При вызове операции дублирования рамы или фермы появляется диалоговое окно **Схема продольного каркаса** (рис. 5.3-1). В этом окне вводится шаг дублирования и количество повторений (шаг может быть переменным), а также назначаются жесткостные характеристики стержней, введенных в направлении оси Y (кнопка **Профиль**). При этом сечения всех элементов продольной конструкции приняты одинаковыми. Изменение сечений элементов продольного каркаса

5. Создание расчетной схемы

выполняется операцией **Назначение жесткостей стержням** —  в разделе инструментальной панели **Назначение**.

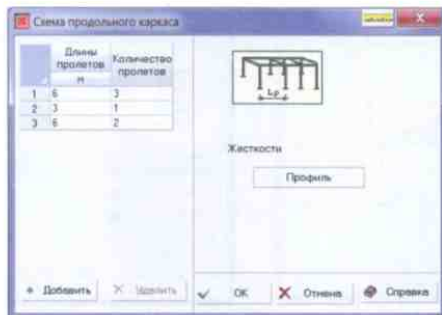


Рис. 5.3-1. Диалоговое окно **Схема продольного каркаса**

Для дублирования произвольных стержневых систем используются операции копирования, которые рассматриваются ниже.

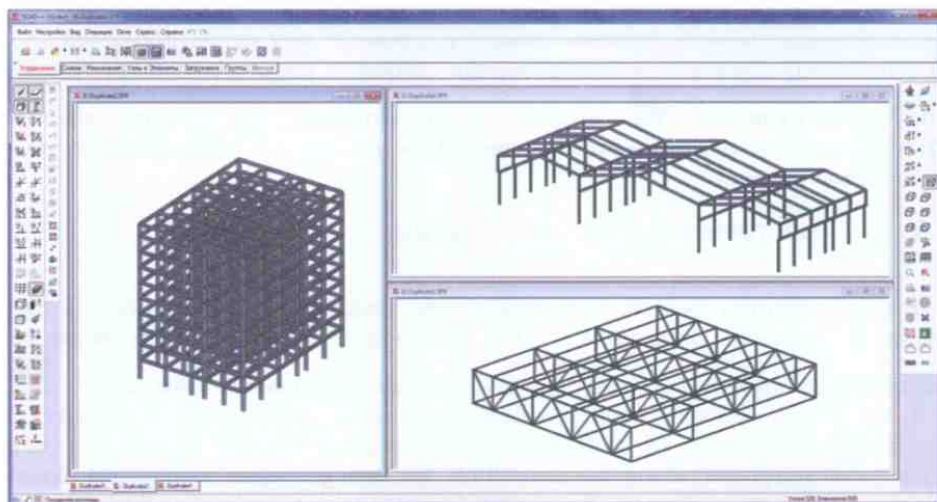


Рис. 5.3-2. Примеры использования операции **Дублирование вдоль оси Y** для различного вида стержневых систем

В качестве примеров выполнения операции дублирования представлены расчетные схемы многоэтажной многопролетной рамы, одноэтажной рамы и фермы, рассмотренные ранее в текущей главе (рис. 5.3-2).

5.4. Формирование расчетной схемы балочного ростверка



Для формирования расчетной схемы балочного ростверка предусмотрена соответствующая операция в разделе **Схема**. Исходные данные для этого вида схем задаются в одноименном диалоговом окне (рис. 5.4-1) аналогично рассмотренным ранее параметрическим прототипам. В двух таблицах диалогового окна задаются шаг и количество шагов ростверка вдоль осей **X** и **Y** соответственно. Жесткостные характеристики элементов (кнопка **Жесткость**) и их тип (кнопка **Тип элемента**) назначаются аналогично одноименным операциям при генерации параметрических прототипов рам.

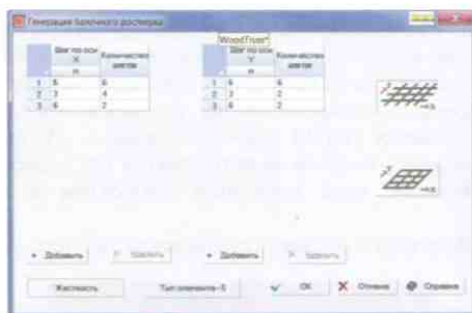


Рис. 5.4-1. Диалоговое окно Генерация балочного ростверка

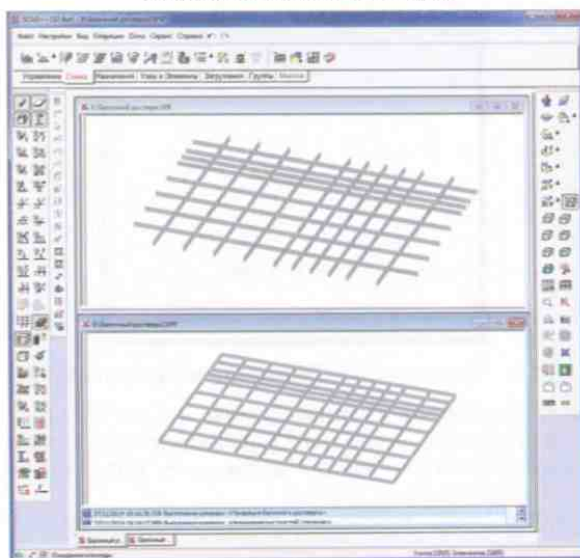


Рис. 5.4-2. Расчетные схемы открытого и закрытого по контуру балочного ростверка

При формировании схемы балочного ростверка предусмотрена возможность создания схем двух конфигураций — открытой по контуру и замкнутой (рис. 5.4-2). Выбор конфигурации схемы выполняется указанием курсора на пиктограмму с изображением соответствующего ростверка.

5.5. Формирование прямоугольной сетки конечных элементов на плоскости



С помощью этой операции может быть создана прямоугольная сетка с переменным или постоянным шагом, расположенная в плоскости XOY или XOZ. Ввод параметров сетки выполняется в диалоговом окне **Генерация пластинчатой схемы**, изображенном на рис. 5.5-1. Вид схемы и ее положение в пространстве назначаются в одноименной группе с помощью маркеров.

Тип конечным элементом назначается автоматически в зависимости от установленного типа схемы. Если тип конечных элементов отличается от установленного по умолчанию, то он может быть изменен с помощью соответствующей операции, которая вызывается кнопкой **Тип элемента**. Плитам по умолчанию назначается тип 11, балкам-стенкам — 21, оболочкам — 41. Если для конкретной конструкции предпочтительным является другой тип элемента, он может быть задан с помощью операции **Назначение типа конечным элементам** в инструментальной панели **Назначение**.

С помощью кнопки **Жесткость** вызывается операция задания жесткостных характеристик элементов.

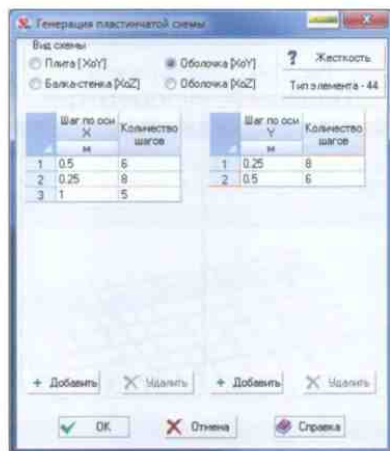


Рис. 5.5-1. Диалоговое окно **Генерация пластинчатой схемы**

В качестве примера рассмотрим генерацию плиты, 10×5 м с шагом сетки 1 м по обоим направлениям. Для этого необходимо задать шаг 1 м по направлению X, количество шагов — 10, а также шаг 1 м по направлению Y, количество шагов — 5. После нажатия кнопки **ОК** будет сформирована схема, показанная на рис. 5.5-2,А.

На рис. 5.5-2,В показана схема с переменным шагом сетки конечных элементов, построенной по приведенным ниже данным.

Шаг вдоль оси X	Количество шагов	Шаг вдоль оси Y	Количество шагов
0.5	6	0.25	8
0.25	8	0.5	6
1	5		

При назначении разного шага сетки следует помнить, что наиболее качественное решение будет получено при соотношении сторон четырехузловых конечных элементов близким к единице. Идеальным в этом смысле является квадрат.

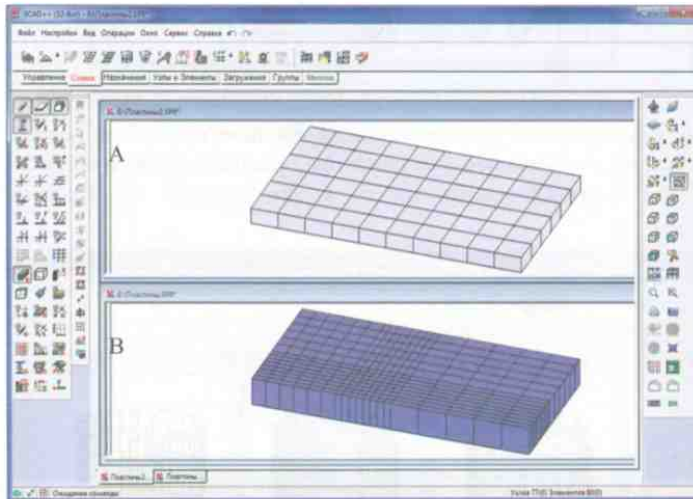


Рис. 5.5-2. Примеры расчетных схем из прямоугольных конечных элементов

5.6. Поверхности вращения



Эта операция используется для формирования расчетных схем или их фрагментов, моделируемых с помощью стандартных поверхностей вращения. Предусмотрена возможность создания схем в виде цилиндра, конуса, сферы и тора. При этом термин «поверхности» является условным, так как схемы можно создавать и из стержневых элементов, узлы которых лежат на этой поверхности.

Исходные данные, необходимые для выполнения этой операции, задаются в диалоговом окне **Создание поверхности вращения** (рис. 5.6-1) и включают:

- вид поверхности (цилиндр, конус, сфера, тор);
- вид конечных элементов (стержни, пластины) и их тип;
- форму сетки конечных элементов (для стержневых элементов — решетки);
- геометрические размеры;
- параметры разбивки;
- жесткостные характеристики элементов.

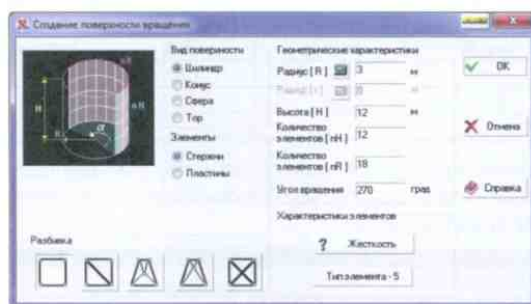


Рис. 5.6-1. Диалоговое окно **Создание поверхности вращения**

Жесткостные характеристики элементов (кнопка **Жесткость**) и их тип (кнопка **Тип элемента**) назначаются аналогично одноименным операциям при генерации параметрических прототипов рам. По умолчанию для стержней принят тип 5, а для пластин — 42 (треугольники) или 44 (четыреугольники).

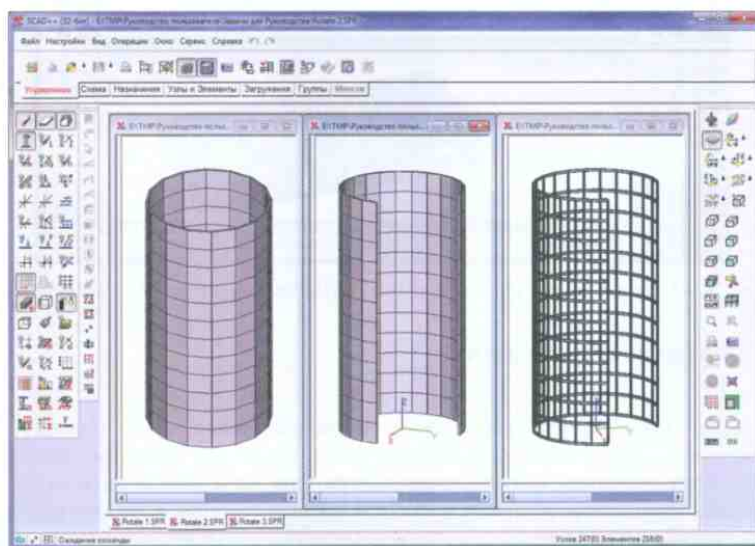


Рис. 5.6-2. Расчетные схемы цилиндра из элементов оболочки и стержней

Если угол вращения меньше 360° , то формируется незамкнутая поверхность. Кроме того, расчетные схемы в виде цилиндра, конуса или сферы могут быть усеченными.


При формировании поверхности вращения рекомендуется следующий порядок выполнения операций:

- выбрать вид поверхности;
- выбрать вид элементов схемы;
- назначить тип разбивки;

- ввести геометрические характеристики;
- назначить жесткостные характеристики элементов (этот шаг целесообразно выполнять, если все или большинство элементов имеют одинаковые характеристики);
- нажать кнопку **ОК**.

Примеры различных вариантов расчетных схем цилиндра приведены на рис. 5.6-2.

В тех случаях, когда при описании цилиндра, конуса или сферы определяющим параметром является длина грани (хорды), а не радиус поверхности, предусмотрена операция вычисления радиуса как функции от количества граней и длины хорды. Для вычисления радиуса следует:

- задать количество граней (nR — количество элементов в основании цилиндра или конуса, а для сферы — по экватору);
- вызвать диалоговое окно **Вычисление радиуса по хорде** — , (кнопка вызова расположена слева от поля ввода радиуса);
- ввести длину хорды в соответствующем поле ввода этого окна (рис. 5.6-3) и нажать кнопку **Вычислить** (вычисленное значение радиуса поверхности вращения будет показано в информационном окне **Радиус**);
- нажать кнопку **Применить**, после чего окно закрывается, а результат автоматически переносится в соответствующее поле ввода окна **Создание поверхности вращения**.

Например, для формирования расчетной схемы трехгранной ($nR = 3$) пирамиды с длиной грани у основания — 4 м и высотой — 4 м можно воспользоваться приведенным выше приемом (рис. 5.6-4).

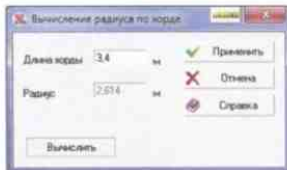


Рис. 5.6-3. Диалоговое окно **Вычисление радиуса по хорде**

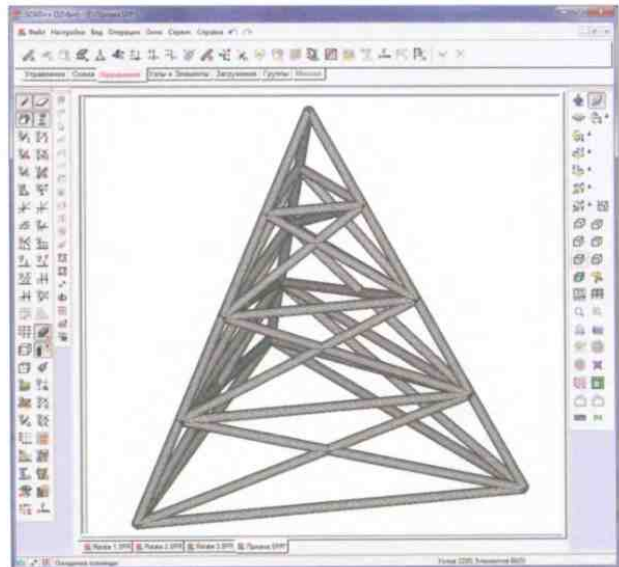
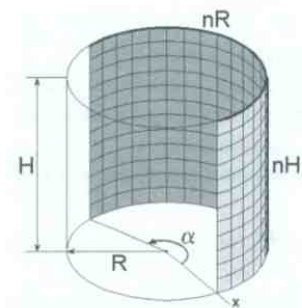


Рис. 5.6-4. Расчетная схема *трехгранной пирамиды*

Описание параметрических прототипов поверхностей вращения



Цилиндр

При формировании цилиндра задаются следующие параметры:

R — радиус цилиндра;

H — высота цилиндра;

nH — количество элементов по высоте цилиндра;

nR — то же, в основании цилиндра;

Угол вращения (α) — центральный угол в градусах ($0^\circ < \alpha \leq 360^\circ$). Если угол вращения меньше 360° , то формируется незамкнутая поверхность.

Для цилиндра может быть выбрана любая форма разбивки сетки или решетки из предлагаемых в окне **Создание поверхности вращения**. Примеры расчетных схем цилиндра приведены на рис. 5.6-2.

Конус

Конус может быть полным или усеченным. В случае формирования усеченного конуса $r > 0$. При формировании конуса задаются следующие параметры:

R — радиус основания конуса;

r — радиус вершины усеченного конуса;

H — высота конуса;

nH — количество элементов по высоте конуса;

nR — то же, в основании конуса;

Угол вращения (α) — центральный угол в градусах ($0^\circ < \alpha \leq 360^\circ$). Если угол вращения меньше 360° , то формируется незамкнутая поверхность.

Для конуса может быть выбрана любая форма разбивки сетки или решетки из предлагаемых в окне **Создание поверхности вращения**. Примеры расчетных схем конуса приведены на рис. 5.6-5.

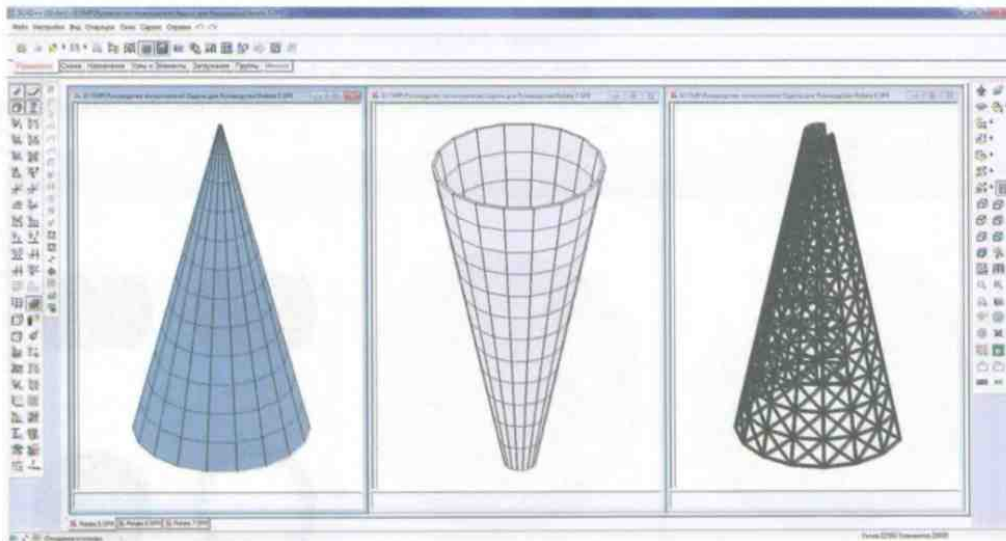
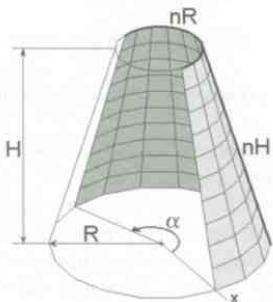


Рис. 5.6-5. Расчетные схемы конуса из элементов оболочки и стержней

Сфера

При формировании сферы задаются следующие параметры:

R — радиус нижней секущей плоскости;

r — то же, верхней;

H — расстояние между верхней и нижней секущими плоскостями;

nH — количество элементов по высоте сферы;

nR — то же, по экватору сферы;

Угол вращения (α) — центральный угол в градусах ($0^\circ < \alpha \leq 360^\circ$). Если угол вращения меньше 360° , то формируется незамкнутая поверхность. Для формирования полной сферы значения радиусов секущих плоскостей задаются равными нулю, а высота **H** должна равняться диаметру сферы.

Для сферы может быть выбрана любая форма разбивки сетки или решетки из предлагаемых в окне **Создание поверхности вращения**. Примеры расчетных схем сферы приведены на рис. 5.6-6.

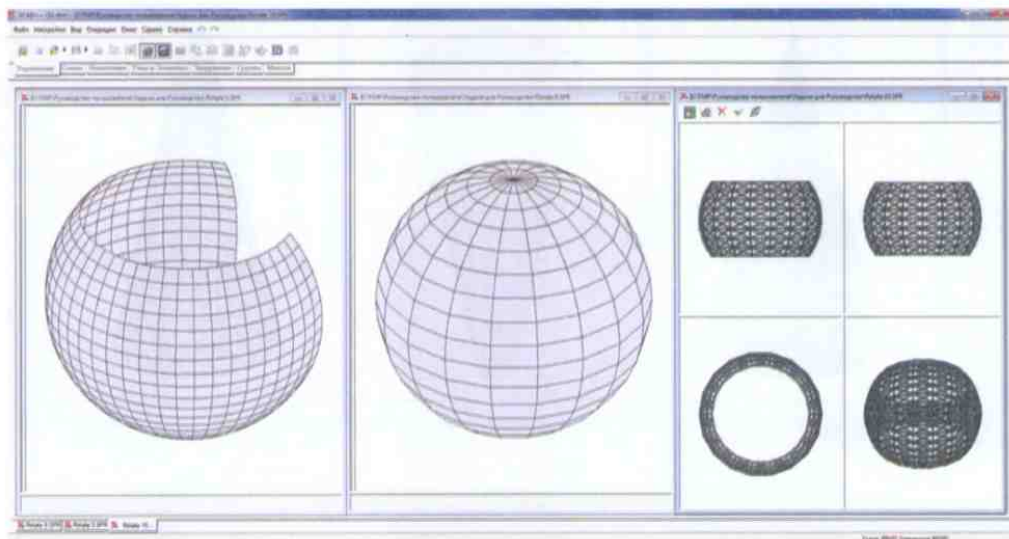
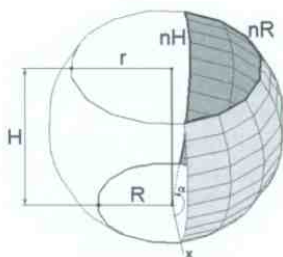


Рис. 5.6-6. Расчетные схемы сферы из элементов оболочки и стержней

Тор

При формировании тора задаются следующие данные:

R — радиус тора, измеряемый от центра вращения до оси, проходящей через центр сечения тора;

r — радиус сечения;

H — шаг спирали;

nr — количество элементов в сечении тора;

nR — то же, по длине тора;

Угол вращения (α) — центральный угол в градусах.

При $\alpha > 360^\circ$ и $H > 0$ формируется (рис. 5.6-7) спираль.

При формировании спирали из пластинчатых элементов существует ограничение на выбор формы элементов. В этом случае, например, нельзя использовать четырехузловые элементы, так как возможно появление неплоских элементов. Блокировка недопустимых форм сетки выполняется автоматически. Примеры расчетных схем тора приведены на рис. 5.6-7.

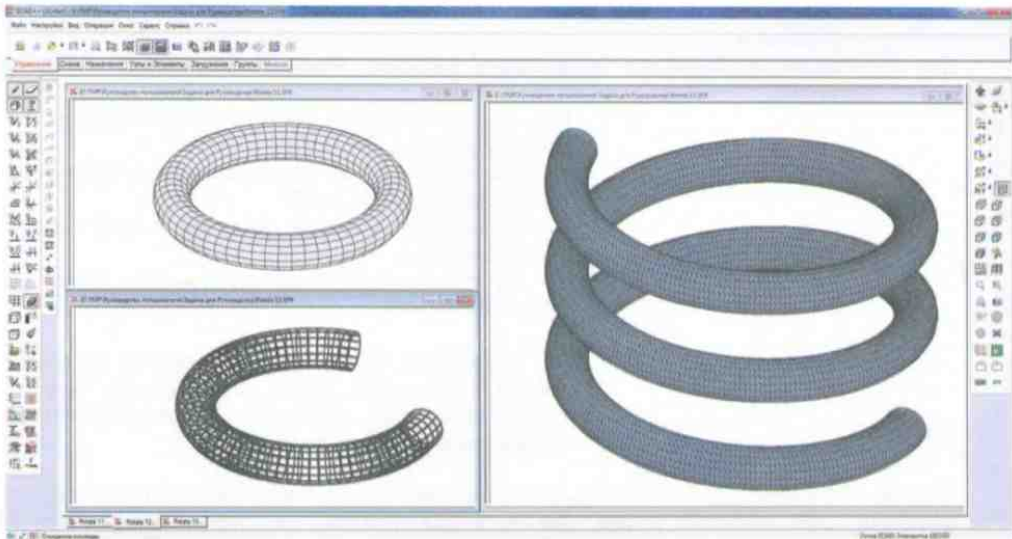
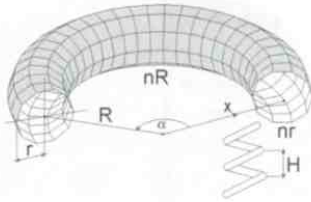


Рис. 5.6-7. Расчетные схемы тора из элементов оболочки и стержней