

Оглавление

Введение.....	5
Глава 1. Моделирование гладких монолитных железобетонных плит перекрытия	6
1.1. Создание новой задачи. Выбор признака схемы	6
1.2. Генерирование плит с прямоугольной сеткой конечных элементов	8
1.3. Моделирование плит произвольной формы в плане путем редактирования сетки прямоугольных конечных элементов	10
1.3.1. Построение сетки конечных элементов модели.....	11
1.3.2. Задание жесткости плиты.....	14
1.3.3. Задание свойств железобетона	15
1.3.4. Задание нагрузок	21
1.3.5. Результаты расчетов.....	24
1.4. Моделирование секторной плиты.....	29
1.5. Построение модели плиты сложной формы с помощью сервиса триангуляции	32
1.5.1. Исходные данные плиты сложной формы.....	32
1.5.2. Применение сервиса триангуляции в построении модели плиты.....	34
1.5.3. Задание условий закрепления.....	35
1.5.4. Задание жесткости плиты и свойств железобетона	37
1.5.5. Задание нагрузок	43
1.5.6. Анализ результатов расчета плиты перекрытия	54
Глава 2. Моделирование монолитных многоэтажных зданий с плитами перекрытия, подкрепленных ребрами жесткости	60
2.1. Построение компьютерной модели конструкций многоэтажного здания	61
2.2. Задание условий закрепления конструкций	64
2.3. Задание сечений и материалов модели	65
2.4. Задание жестких вставок ребер	84
2.5. Создание конструктивных элементов ребер жесткости.....	87
2.6. Задание нагрузок.....	88
2.7. Анализ результатов расчетов.....	105
Глава 3. Моделирование монолитных железобетонных кессонных плит	115
3.1. Варианты применения монолитных железобетонных кессонных плит	115
3.2. Рекомендации по проектированию кессонных перекрытий	118
3.3. Моделирование прямоугольных в плане кессонных плит	118
3.3.1. Создание новой задачи. Выбор признака схемы	120
3.3.2. Построение модели кессонного перекрытия.....	121
3.3.3. Задание условий закрепления кессонного перекрытия на опорах.....	125
3.3.4. Задание жесткостей ребер и полок кессонного перекрытия.....	127
3.3.5. Задание характеристик бетона и стальной арматуры кессонного перекрытия.....	130
3.3.6. Создание конструктивных элементов.....	145

3.3.7. Задание нагрузок	146
3.3.8. Выполнение расчетов.....	152
3.3.9. Анализ результатов расчетов перемещений и усилий	153
3.3.10. Результаты армирования ребер и плит кессонной плиты	158
3.4. Построение модели монолитной кессонной плиты сложной формы.....	161
3.4.1. Исходные данные по кессонной плите сложной формы.....	161
3.4.2. Построение компьютерной модели монолитной кессонной плиты сложной формы	162
3.4.3. Задания условий закрепления кессонной плиты сложной формы на колоннах	167
3.4.4. Задания сечения ребер и полок, а также характеристик железобетона и арматуры.....	168
3.4.5. Учет эксцентриситета ребер путем задания жестких вставок.....	169
3.4.6. Задание конструктивных элементов	171
3.4.7. Задание нагрузок	174
3.4.8. Анализ результатов расчета	179
Глава 4. Моделирование монолитных железобетонных плит перекрытий секторной формы, подкрепленных кольцевыми и радиальными ребрами.....	188
4.1. Описание секторной плиты перекрытия	188
4.2. Построение компьютерной модели секторной плиты.....	189
4.3. Задание условий закрепления краев секторной плиты перекрытия	198
4.4. Задание сечений плиты, ребер и параметров железобетона	199
4.5. Учет эксцентриситета ребер путем задания жестких вставок.....	203
4.6. Задание конструктивных элементов.....	205
4.7. Задание нагрузок.....	208
4.8. Анализ результатов расчета.....	211
Список литературы	220

Введение

В учебных пособиях [1–4] рассмотрено применение метода конечных элементов (МКЭ) к построению компьютерных моделей монолитных железобетонных плит перекрытий в пакете программ ЛИРА-САПР [5].

При построении моделей железобетонной конструкции задаются сечения несущих элементов строительных конструкций, классы бетона и стальной арматуры. Проверка условий выполнения предельных состояний железобетонных строительных конструкций выполняется программой автоматически путем подбора площади сечения стальной арматуры. При этом сечения несущих элементов не пересматриваются.

В настоящем учебно-методическом пособии более подробно рассмотрены сервисы и возможности пакета ЛИРА-САПР по построению компьютерных моделей монолитных железобетонных плит перекрытий, в том числе и — кессонных плит. Рассмотрены компьютерные модели, построенные студентами УрГАХУ в своих выпускных квалификационных работах.

ГЛАВА 1

Моделирование гладких монолитных железобетонных плит перекрытия

Современная технология монолитного домостроения позволяет строить железобетонные перекрытия сложной в плане формы, *рис. 1.1*. Такие перекрытия требуют индивидуального расчета арматуры плит.



Рис. 1.1. Гладкие монолитные железобетонные перекрытия

1.1. Создание новой задачи. Выбор признака схемы

Напряженно-деформированное состояние железобетонных плит перекрытия описывается теорией изгиба пластин. При поперечном изгибе пластин происходит перемещение точек срединной поверхности пластины по нормали. В сечениях пластины возникают внутренние усилия, *рис. 1.2*:

- поперечные силы Q_x, Q_y ;
- изгибающие моменты M_x, M_y ;
- скручивающие моменты M_{xy} .

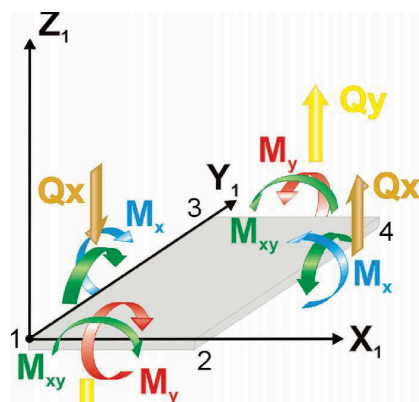


Рис. 1.2. Внутренние усилия при поперечном изгибе пластин

Для построения компьютерных моделей изгиба пластин (плит перекрытия) применяются трех- или четырех узловые конечные элементы, рис. 1.3. В каждом узле конечного элемента имеется три степени свободы:

- перемещение по нормали по оси Z ;
- угловое перемещение относительно оси X ;
- угловое перемещение относительно оси Y .

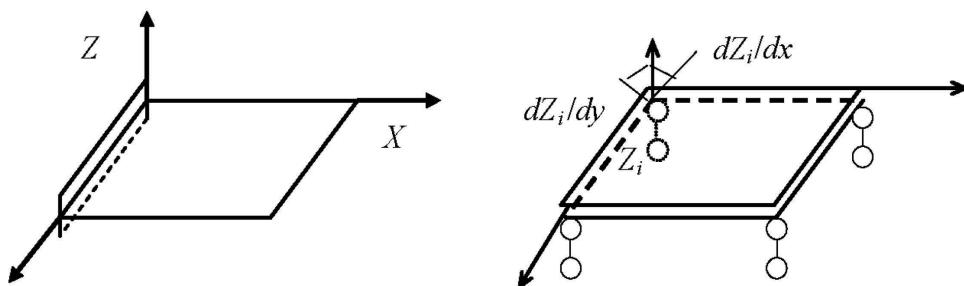


Рис. 1.3. Расчетная схема и конечный элемент плиты

Для создания новой задачи следует выбрать признак схемы метода конечных элементов в раскрывающемся списке пункта **Новый** (рис. 1.4) меню приложения **Файл**. В раскрывающемся списке содержится пять признаков схемы. Для моделирования плиты перекрытия применяется четырех- или трех-узловые плитные конечные элементы (КЭ) с тремя степенями свободы в каждом из узлов, рис. 1.3. Поэтому из списка признаков схемы нужно выбрать **Третий признак схемы (Три степени свободы в узле (перемещение по оси Z и два угла поворота U_x, U_y) XOZ)**.

После этого в открывшемся диалоговом окне **Описание схемы** (рис. 1.5) нужно задать имя создаваемой задачи, например, — **Плита** (шифр задачи по умолчанию совпадает с именем задачи). После этого щелкнем по кнопке — **Подтвердить**.

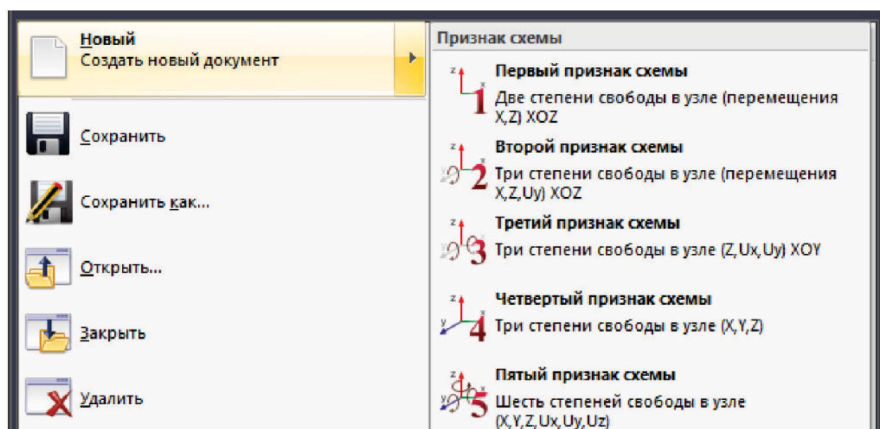


Рис. 1.4. Признак схемы

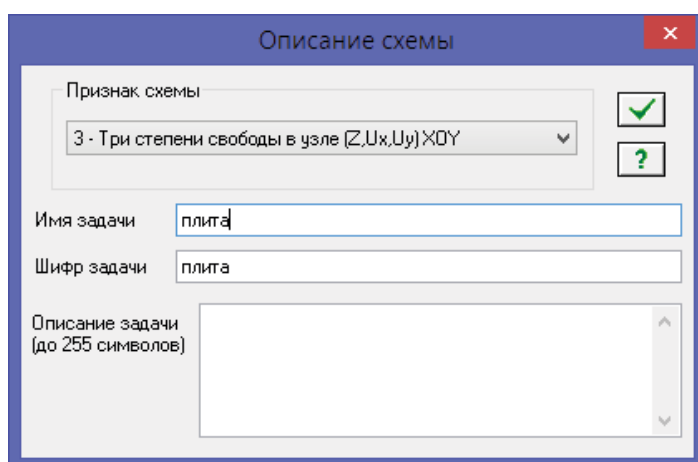


Рис. 1.5. Диалоговое окно **Описание схемы**

1.2. Генерирование плит с прямоугольной сеткой конечных элементов

Комплекс программ ЛИРА-САПР предоставляет пользователю возможность автоматически генерировать плиты с прямоугольной сеткой элементов.

Для генерации плит следует обратиться к панели **Создание** на вкладке **Создание и редактирование**, рис. 1.6.

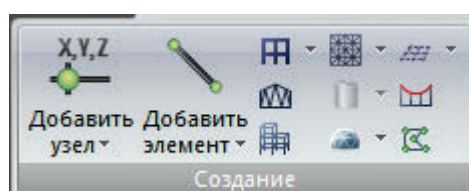


Рис. 1.6. Панель **Создание**

На панели **Создание** щелкнем по кнопке  — **Создание плоских фрагментов и сетей**. В открывшемся диалоговом окне выберем вкладку **Генерация плиты**, *рис. 1.7*.

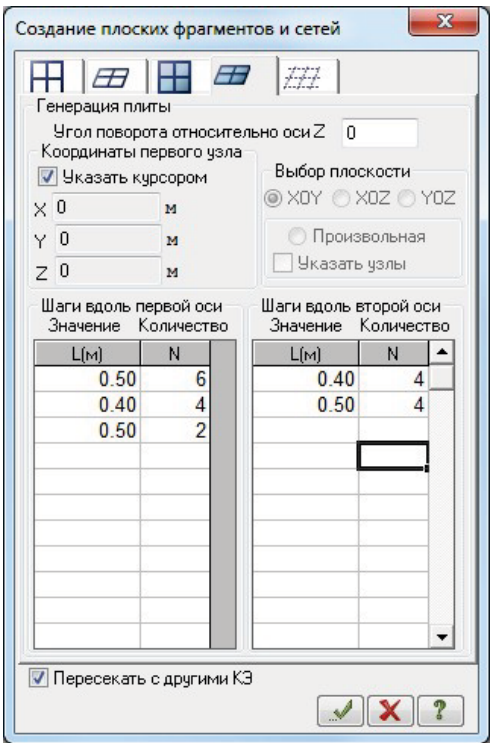


Рис. 1.7. Диалоговое окно **Генерация плиты**

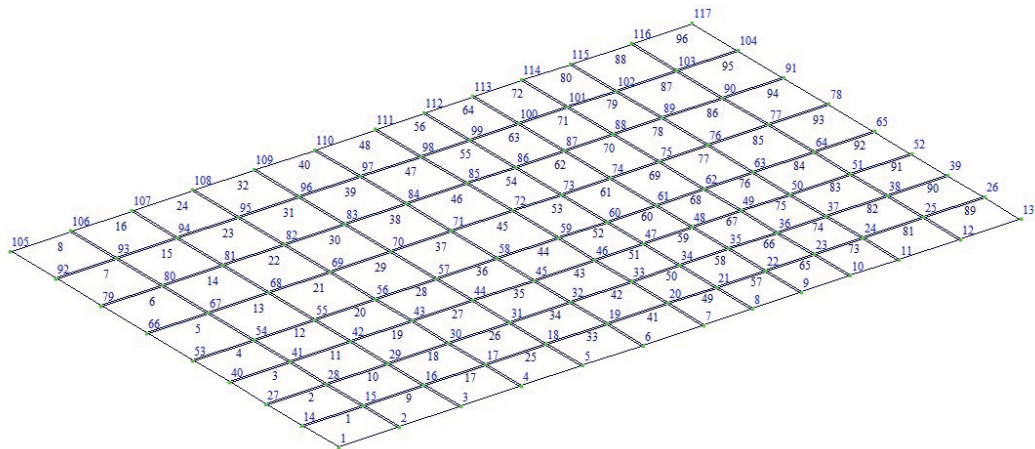


Рис. 1.8. Сгенерированная модель плиты с прямоугольной сеткой элементов

Диалоговое окно содержит две таблицы: **Шаг вдоль первой оси** и **Шаг вдоль Второй оси**. Каждая таблица содержит два столбца полей: **Значение** и **Количество**, которые заполняются конкретными параметрами (размер и количество конечных элементов).

После заполнения полей диалогового окна следует щелкнуть по клавише  — **Применить**. Для вывода на экран номеров узлов и элементов на видовой панели внизу экрана щелкните по кнопке  — **Флаги рисования**. На *рис. 1.8* показана сгенерированная модель плиты с пронумерованными узлами и элементами.

1.3. Моделирование плит произвольной формы в плане путем редактирования сетки прямоугольных конечных элементов

Построенную модель с прямоугольной сеткой конечных элементов можно редактировать и изменять форму модели плиты путем удаления или добавления трех или четырех узловых конечных элементов. Ниже, на примере модели, построенной студенткой Смолиной А. Ю. в ВКР [6], показано построение модели монолитной плиты перекрытия сложной в плане формы с прямолинейными участками контура плиты (*рис. 1.9*). Габаритные размеры плиты 12×18 м.

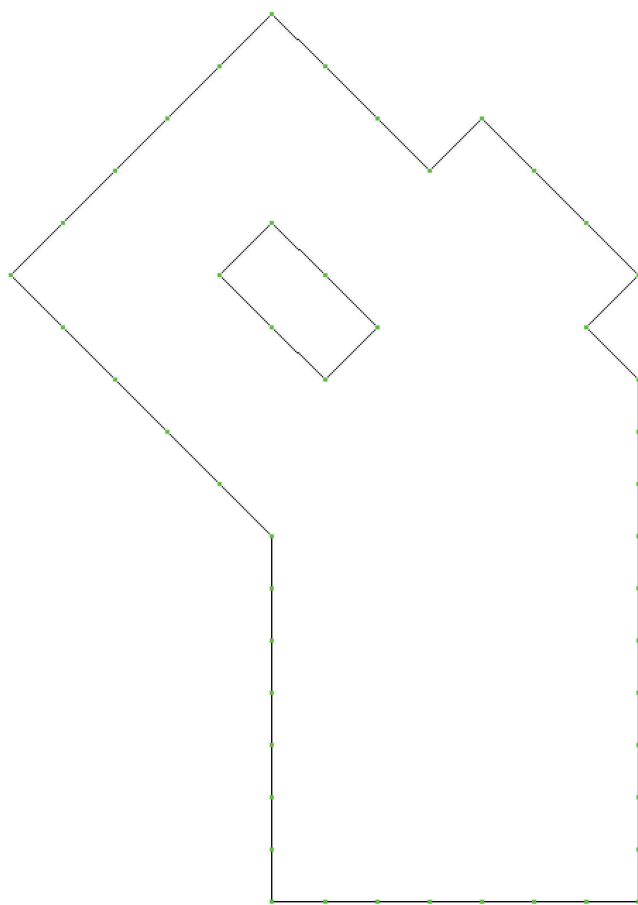


Рис. 1.9. Контур плиты перекрытия сложной в плане формы

1.3.1. Построение сетки конечных элементов модели

На первом шаге построения модели задается базовая исходная сетка четырех узловых конечных элементов. На *рис. 1.10* показано задание исходной сетки конечных элементов в сервисе **Создание плоских фрагментов и сетей**.

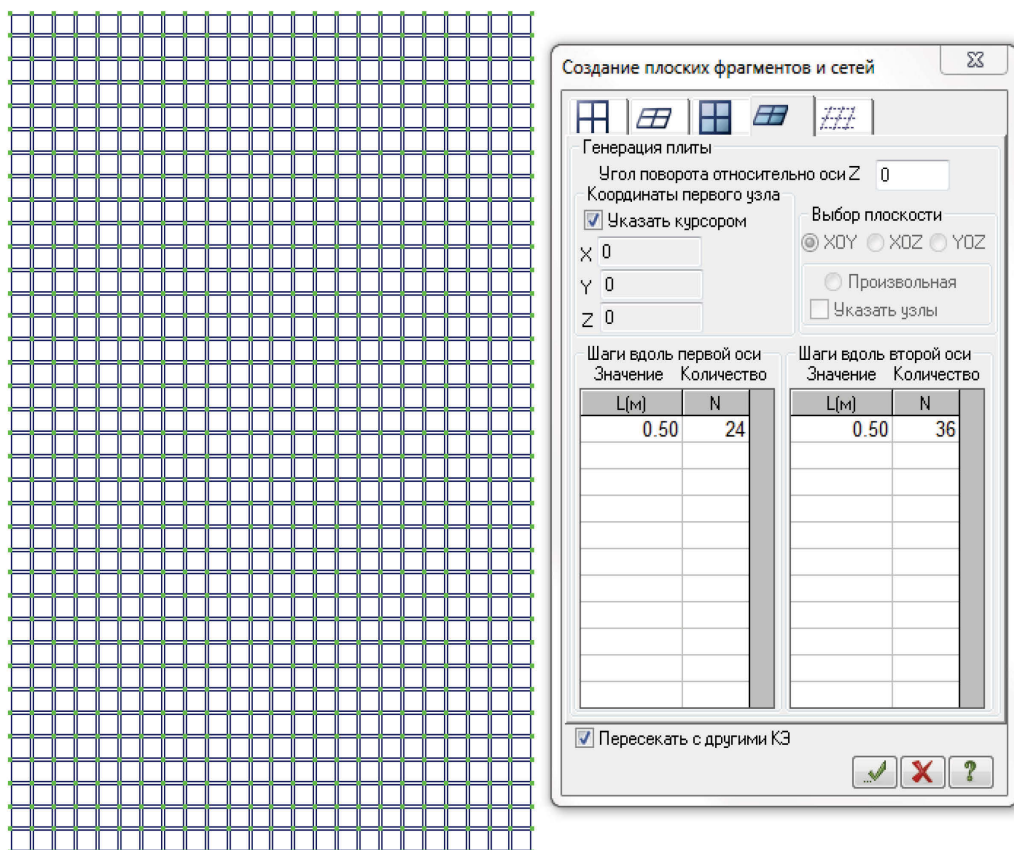


Рис. 1.10. Исходная сетка конечных элементов

На втором шаге из исходной сетки конечных элементов удаляется часть ненужных элементов, *рис. 1.11*.

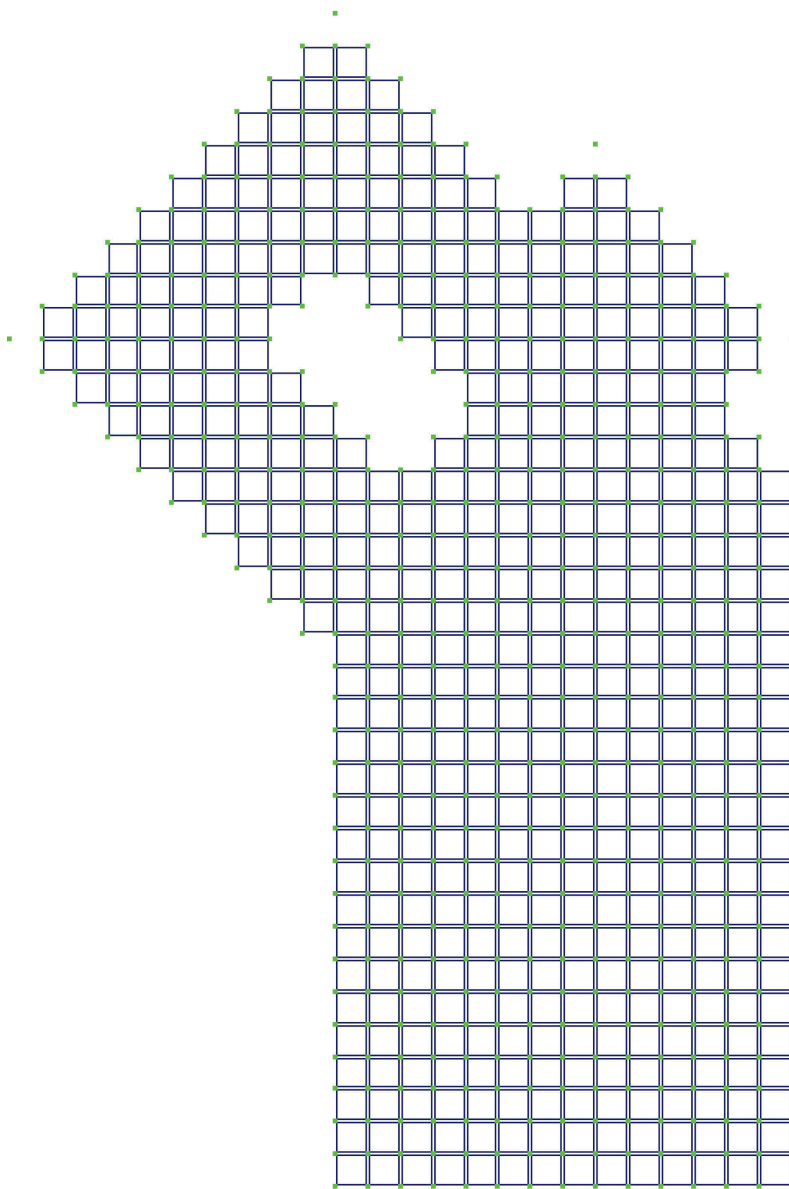


Рис. 1.11. Удаление части четырехузловых конечных элементов

На третьем шаге на контуре плиты добавляются 3-узловые конечные элементы, рис. 1.12.

Сгенерированная конечно-элементная модель плиты сложной формы состоит из 539 трех и четырехузловых конечных элементов, соединенных в 565 узлах.

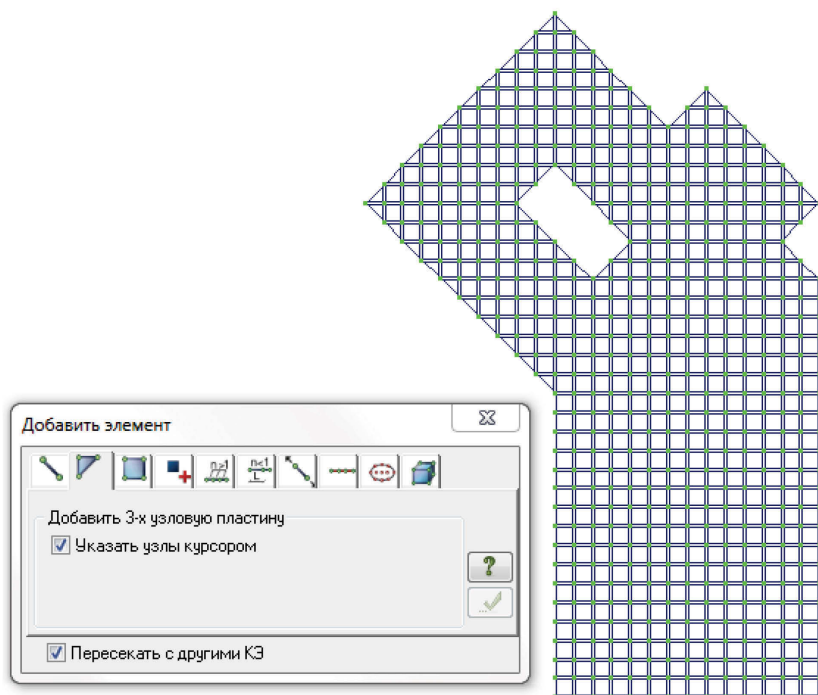


Рис. 1.12. Добавление трехузловых элементов

Наружный и внутренний контура плиты закрепляются по осям X, Y, Z. Для закрепления узлов нужно их выделить, рис. 1.13. После выделения узлов открываем диалоговое окно **Связи в узлах**, рис. 1.13. В открытом диалоговом окне отмечаем параметры связей по осям X, Y, Z и нажимаем на кнопку +.

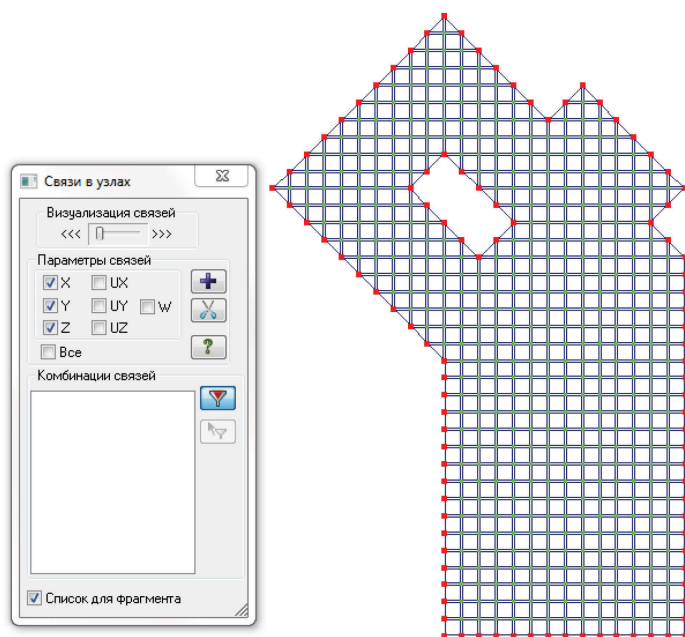


Рис. 1.13. Закрепление узлов плиты

1.3.2. Задание жесткости плиты

Для задания жесткости плиты нужно кликнуть по иконке  — **Жесткости и материалы элементов**. Открывается диалоговое окно **Жесткости и материалы**, рис. 1.14.

В открывшемся диалоговом окне кликнуть по иконке **Добавить>>**. Открывается диалоговое окно **Добавить жесткость**, рис. 1.15.

В диалоговом окне **Добавить жесткость** имеется 4 закладки. Для задания жесткости плиты нужно открыть четвертую закладку.

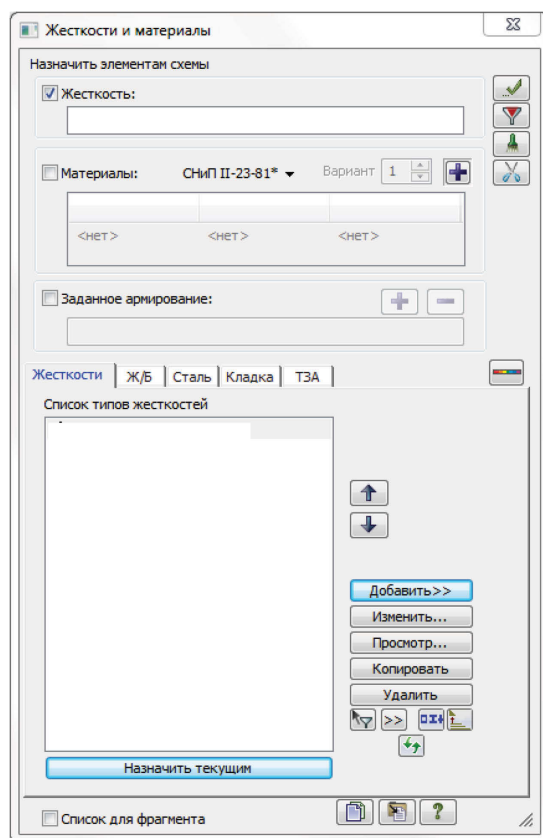


Рис. 1.14. Диалоговое окно
Жесткости и материалы

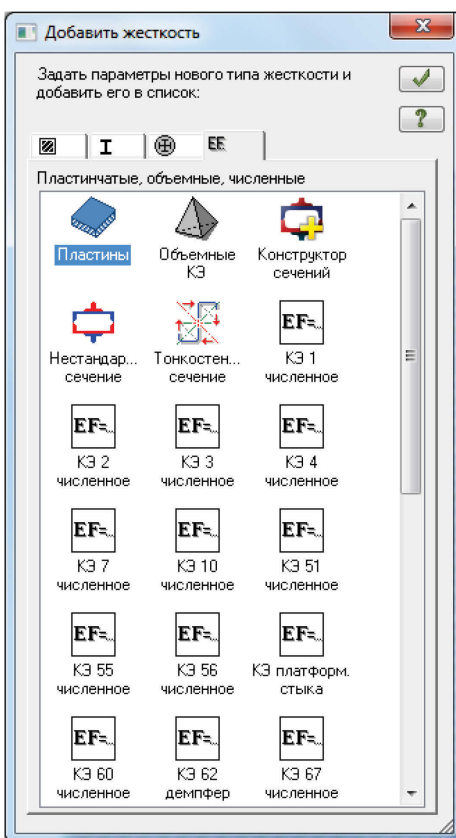


Рис. 1.15. Диалоговое окно
Добавить жесткость

На открытой закладке (рис. 1.15) щелчком по иконке  **Пластины**. Открывается диалоговое окно **Задание жесткости для пластин**, рис. 1.16.

В открытом диалоговом окне нужно заполнить окна:

$E = 3\,000\,000 \frac{\text{Т}}{\text{м}^2}$ — модуль продольной упругости бетона;

$V = 0,2$ — коэффициент Пуассона бетона;

$H = 20 \text{ см}$ — толщина плиты;

$R = 2,8 \frac{\text{Т}}{\text{м}^3}$ — плотность бетона.

После заполнения окон диалогового окна щелчком по иконке  — **Применить.**

Заданные величины параметров плиты попадают в **Список типов жесткости**, *рис. 1.17*.

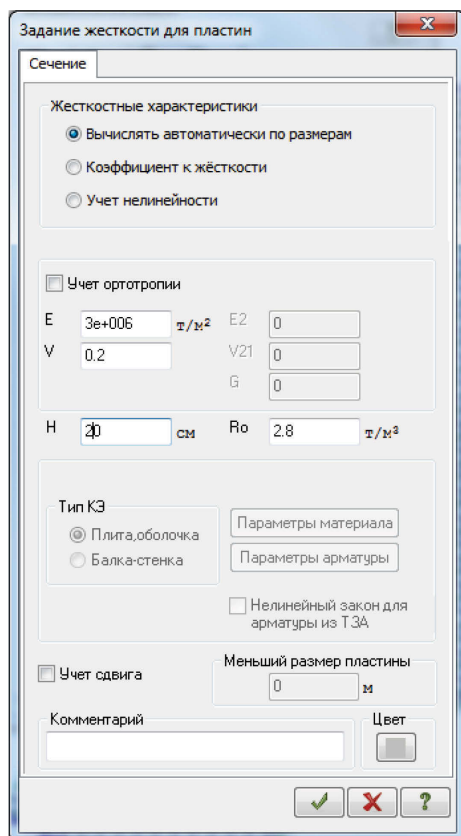


Рис. 1.16. Диалоговое окно
Задание жесткости для пластин

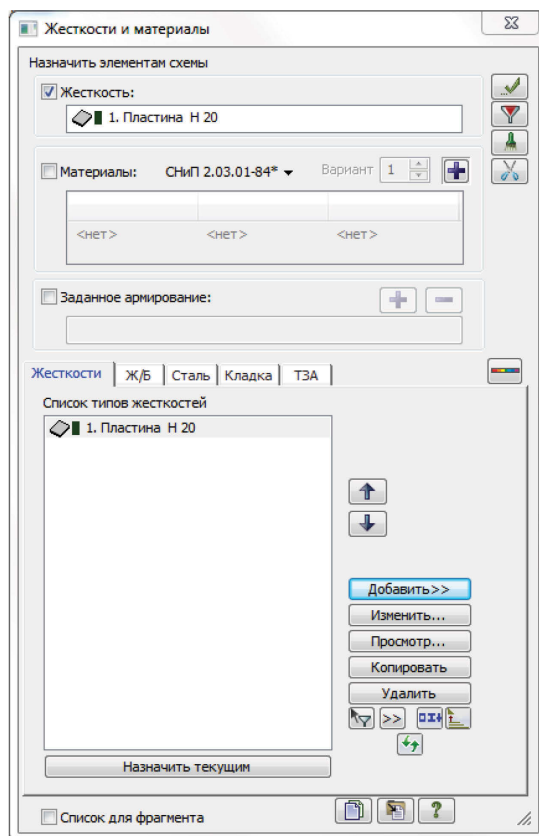


Рис. 1.17. Диалоговое окно
Жесткости и материалы
(Список типов жесткости)

1.3.3. Задание свойств железобетона

Для задания параметров железобетона нужно открыть закладку **Ж/Б** в диалоговом окне **Жесткости и материалы**.

В открытом диалоговом окне (*рис. 1.18*) имеются три радиокнопки:

- **ТИП;**
- **БЕТОН;**
- **АРМАТУРА.**

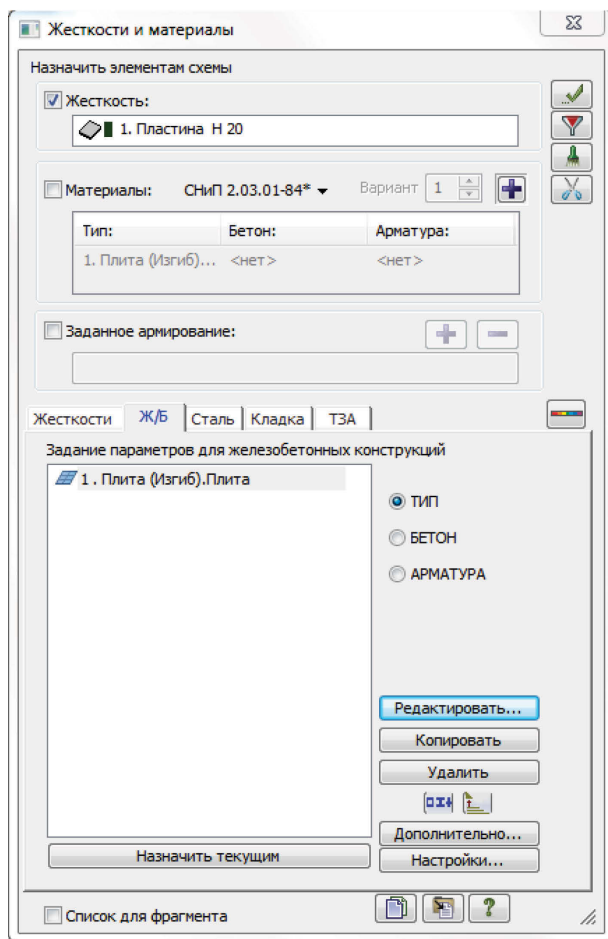


Рис. 1.18. Диалоговое окно **Жесткости и материалы**

При активированной радиокнопке **ТИП** щелчком по клавише **Редактировать**. Открывается диалоговое окно **Материалы для расчета Ж/Б конструкций**, рис. 1.19.

Активируем окно **ПЛАСТИНА**, щелкнув по иконке **Соз...** При активации в правой части появляются поля, которые следует заполнить.

В поле **Название** записываем **Плита**.

В поле **Вид расчета** из ниспадающего списка выбираем тип армирования **Плита(изгиб)**.

В поле **Система** из ниспадающего списка выбираем **Статически неопределенная**.

Остальные поля автоматически заполняются программой и принимаются по умолчанию. После заполнения полей диалогового окна щелкаем по иконке  — **Применить**. Заданная информация попадает в диалоговое окно **Жесткости и материалы** в **Задание параметров для железобетонных конструкций** и в первую позицию окна **Материалы**, рис. 1.18.

Для задания свойств бетона нужно активировать радиокнопку **БЕТОН** и щелкнуть по клавише **Редактировать**. Открывается диалоговое окно **Материалы для расчета Ж/Б конструкций**, рис. 1.20.

СНиП. 2.03.01-84* Материалы для расчета Ж/Б конструкций

ТИП СТЕРЖЕНЬ

#	Название	Вид рас...	Симм...	Низ (...)	Верх...	Бок (...)	II пр...	Про...	Непр...	Шаг...	Знач...	Дли...	Рас...	Ly	Lz
Соз...															

ПЛАСТИНА

#	Название	Вид расчета	Буд. П...	Низ X (...)	Верх X ...	Низ Y (...)	Верх Y ...	1 кв.м....	II пред...	Продо...	Непро...	Шаг/Д...
1	Плита	Плита	-	3.00	3.00	3.00	3.00	-	+	0.30	0.40	Ш

БЕТОН

#	Название	Класс б...	Rbn, т...	Rbтн, ...	Еб, т/(...	Вид бетона	Мар...	Тверде...	Эксплу...	Коефф...	SEY ...	SEZ ...
Со...												

АРМАТУРА

#	Название	RX П...	Rs, т...	Rsw,...	RY П...	Rs, т...	Rsw,...	RT П...	Rs, т...	Rsw,...	S1, К...	S2, К...	Коефф...	D ...	N, ...
Соз...															

Параметры расчета:

Название: Плита

Вид расчета: Плита (Изгиб)

Система: Статически неопределима

Расчет

☐ Подбирать арматуру по теории Вуда

Минимальный % армирования: 0.05

Максимальный % армирования: 10

Точность предварит. расчета, %: 20

Точность основного расчета, %: 1

☐ Подбирать поперечную арматуру на 1 кв.м.

☐ Учитывать огнестойкость

Расстояние к ц.т. арматуры

a1X 3 см a1Y 3 см

a2X 3 см a2Y 3 см

☒ Расчет по предельным состояниям II группы

Трещина продолжительного раскрытия, мм: 0.3

Трещина непродолжительного раскрытия, мм: 0.4

☒ Шаг арматурных стержней, мм: 100

☐ Диаметр арматурных стержней

☐ Учитывать расчетную высоту стены

Высота стены: 0 м ☐ Расчетная высота

☒ Коэффициент: 1

Армирование: Несимметричное

Рис. 1.19. Диалоговое окно **Материалы для расчета ж/б конструкций**

СНиП. 2.03.01-84* Материалы для расчета Ж/Б конструкций

ТИП СТЕРЖЕНЬ

#	Название	Вид рас...	Симм...	Низ (...)	Верх...	Бок (...)	II пр...	Про...	Непр...	Шаг...	Знач...	Дли...	Рас...	Ly	Lz
Соз...															

ПЛАСТИНА

#	Название	Вид расчета	Вуд. П...	Низ X (...)	Верх X ...	Низ Y (...)	Верх Y ...	1 кв.м....	II пред...	Продо...	Непро...	Шаг/Д...
1	Плита	Плита	-	3.00	3.00	3.00	3.00	-	+	0.30	0.40	Ш

БЕТОН

#	Название	Класс б...	Rbn, т...	Rbtn, ...	Eb, т/(...	Вид бетона	Мар...	Тверде...	Эксплу...	Коэфф...	SEY ...	SEZ ...
1	бетон	B25	1890.0	163.0	30600...	тяжелый	2000	естест...	обычн...	1.00	0.00	0.00

АРМАТУРА

#	Название	RX П...	Rs, т...	Rsw,...	RY П...	Rs, т...	Rsw,...	RT П...	Rs, т...	Rsw,...	S1, К...	S2, К...	Коэф...	D ...	N, ...
1	Арматура	A-II ...	285...	230...	A-II ...	285...	230...	A-II ...	285...	230...	1.00	1.00	1.00	32	1

СНиП. 2.03.01-84*
Название
бетон

Класс бетона B25 + -

Вид бетона тяжелый

Марка легкого бетона по средней плотности D 2000

Условия твердения естественное тверд

Условия эксплуатации конструкции обычные условия

Коэффициенты условий работы
Произведение коэффициентов из т. 15
СНиП 2.03.01-84* (кроме Yb2 и Yb4) 1

Случайные эксцентриситеты (стержень)

По высоте сечения EY 0 см

По ширине сечения EZ 0 см

	B25 (т/(м³))
Eb	3060000.00
Rbn	1890.00
Rbtn	163.00
Rb	1480.00
Rbt	107.00

✓ ✗ + - ✂ ✕ ➡ 📄 📁 📌 📎 ⏪

Рис. 1.20. Задание параметров бетона

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru