Рис. 6.4-3. Диалоговое окно **Связи конечной жесткости**

При корректировке характеристик уже назначенных упругих связей рекомендуется:

- активировать операцию и в появившемся диалоговом окне отметить в таблице строку с номером корректируемого типа жесткости;
- заменить значения жесткости в соответствующих полях ввода или имя типа жесткости в одноименном поле;
- в зависимости от того, будут ли корректироваться характеристики других типов жесткости, нажать кнопку **Заменить и выйти** (корректировка других типов не выполняется) или **Заменить и продолжить** (предполагается корректировка других типов).

Маркер **Задать элемент списком узлов** позволяет создать конечный элемент не используя манипулятор мышью, а путем указания номера узла. Номер узла можно ввести в диалоговом окне, которое активируется нажатием кнопки **Список узлов** (рис. 6.3-2).

Ввод упругих связей



Эта операция позволяет выполнить ввод и назначить жесткостные характеристики элементам, моделирующим упругую связь между двумя узлами (тип 55).

Направление и жесткостные характеристики связей задаются в диалоговом окне **Упругие связи** (рис. 6.4-4), вид которого зависит от признака схемы расчетной модели. При назначении новых связей рекомендуется следующий порядок работы:

- активировать операцию и в появившемся диалоговом окне задать значения жесткости связи по соответствующим направлениям (связь считается работающей по выбранному направлению, если значение жесткости по этому направлению больше нуля);
- выйти из диалогового окна по кнопке **OK** и ввести элементы.

Ввод элементов выполняется по тем же правилам, что и одиночных стержней — установить курсор с мишенью  в узел и нажать левую кнопку мыши, протянуть резиновую нить до второго узла и опять нажать кнопку мыши. Повторить указанные действия для ввода очередного элемента. Узел, который был выбран первым, будет назначен первым узлом связи, т. е. точкой начала местной системы координат.

Следует учесть, что этот тип элемента может иметь нулевую длину, т. е. примыкать к узлам с совпадающими координатами.

- в зависимости от того, будут ли корректироваться характеристики других типов, нажать кнопку **Заменить и выйти** (корректировка других типов не выполняется) или **Заменить и продолжить** (предполагается корректировка других типов).

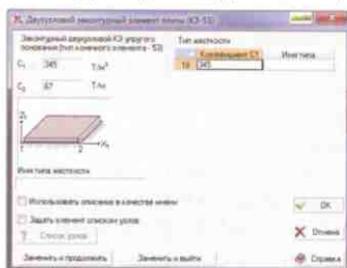


Рис. 6.4-5. Диалоговое окно Двухузловой законтурный элемент плиты

Маркер **Задать элемент списком узлов** позволяет создать конечный элемент не используя манипулятор мышь, а путем перечисления номеров узлов. Номера узлов можно ввести в диалоговом окне, которое активируется нажатием кнопки **Список узлов** (рис. 6.3-2).

Ввод одноузловых законтурных элементов плиты



Операция используется для задания характеристик и ввода одноузловых конечных элементов, моделирующих отпор грунта угловой зоны фундаментной плиты (тип 54). Характеристики элементов задаются в диалоговом окне **Одноузловой законтурный элемент плиты** (рис. 6.4-6) и включают коэффициент постели C_2 и угол зоны грунта φ .

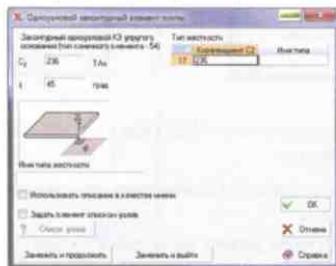


Рис. 6.4-6. Диалоговое окно Одноузловой законтурный элемент плиты

Правила работы при задании и корректировке характеристик элемента совпадают с описанными выше правилами для двухузлового элемента. Ввод элементов выполняется аналогично одноузловым элементам, моделирующим связь конечной жесткости (тип 51).

Маркер **Задать элемент списком узлов** позволяет создать конечный элемент не используя манипулятор мышь, а путем указания номера узла. Номер узла можно ввести в диалоговом окне, которое активируется нажатием кнопки **Список узлов** (рис. 6.3-2).

Ввод вантовых элементов

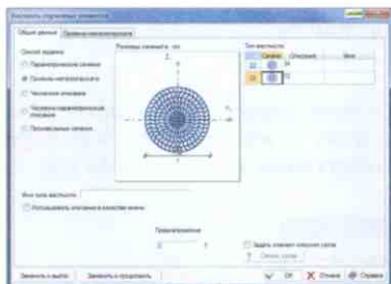


Задание характеристик и ввод вантовых элементов (тип 308) выполняется аналогично двухузловым элементам, моделирующим упругие связи — перед вводом элементов задаются их жесткостные характеристики, а сам ввод выполняется по тем же правилам, что и ввод стержней. Информация о реализации элементов этого типа и особенностях расчета систем, включающих вантовые элементы, приведена в разделе 26.3.

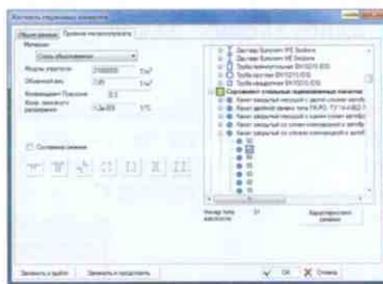
При вводе новых элементов рекомендуется следующий порядок работы:

- активировать операцию и в появившемся диалоговом окне **Жесткость стержневых элементов** задать жесткостные характеристики элементов вант и значение преднапряжения;
- выйти из диалогового окна по кнопке **ОК** и ввести элементы.

Жесткостные характеристики вант могут быть заданы в виде параметрических сечений, описаны численно или взяты из сортамента металлопроката. В сортаменте металлопроката только для вантовых элементов доступен «Сортамент стальных оцинкованных канатов». Задание характеристик выполняется по тем же правилам, что и для стержневых элементов (см. раздел *Задание характеристик узлов и элементов*). Для вант (в отличие от стержней) обязательным является задание значений преднапряжения.



а)



б)

Рис. 6.4-7. Диалоговое окно **Жесткость стержневых элементов**

а) Страница **Общие данные**

б) Страница **Профили металлопроката**

После выхода из окна выполняется ввод элементов путем протягивания резиновой нити между узлами, к которым примыкают ванты.

Маркер **Задать элемент списком узлов** позволяет создать конечный элемент не используя манипулятор мышью, а путем перечисления номеров узлов. Номера узлов можно ввести в диалоговом окне, которое активируется нажатием кнопки **Список узлов** (рис. 6.3-2).

Ввод односторонних связей



Эта операция используется для задания характеристик и ввода элементов односторонних связей (описание элементов приведено в разделе 26.4), которые позволяют моделировать контакты между фрагментами схемы, а также схемы с другой конструкцией или основанием. Элементы могут быть как одно-, так и двухузловыми и их использование в расчетной модели предусматривает выполнение нелинейного расчета.

При вводе новых элементов рекомендуется следующий порядок работы:

- активировать операцию и в появившемся диалоговом окне **Односторонние связи** (рис. 6.4-8) задать вид и характеристики связи;
- выйти из диалогового окна по кнопке **ОК** и ввести элементы.

Ввод одноузловых элементов выполняется по тем же правилам, что и одноузловые элементы, моделирующие связь конечной жесткости (тип 51), а двухузловых — аналогично стержням.

Характеристики связи определяют ее продольную жесткость **EF**, а также условия работы (сжатие или растяжение). Направление связи задается в общей системе координат. Задание ограничений перемещений в одном узле по двум и более направлениям моделируется введением нескольких элементов.

Исходное состояние связи определяется зазором или введением натяга, который задается как усилие преднапряжения.

Для корректировки характеристик односторонних связей следует выполнить следующие действия:

- загрузить диалоговое окно **Односторонние связи**;
- в таблице **Тип жесткости** отметить строку с параметрами корректируемого элемента (характеристики выбранного типа жесткости попадут в поля ввода окна);
- изменить параметры;
- нажать кнопку **Заменить и выйти**, если не предполагается изменение параметров других связей, или **Заменить и продолжить**, если будут корректироваться и другие типы жесткости.

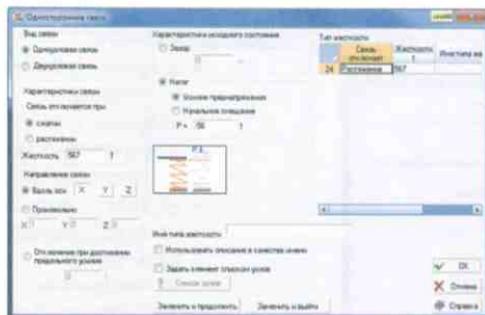


Рис. 6.4-8. Диалоговое окно **Односторонние связи**

Маркер **Задать элемент списком узлов** позволяет создать конечный элемент не используя манипулятор мышь, а путем перечисления номеров узлов. Номера узлов можно ввести в диалоговом окне, которое активируется нажатием кнопки **Список узлов** (рис. 6.3-2).

6.5. Ввод и назначение параметров абсолютно твердых тел



Операции по вводу и корректировке твердых тел вызываются из раздела **Специальные элементы** инструментальной панели **Узлы и элементы**. После нажатия кнопки **Твердые тела**



появляется меню, включающее набор операций с абсолютно твердыми телами (рис. 6.5-1). К ним относятся:

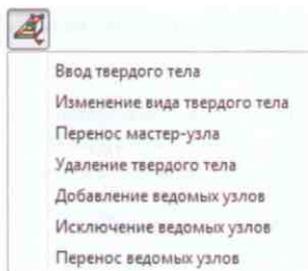


Рис. 6.5-1. Меню управления вводом и корректировкой твердых тел

С точки зрения результатов расчета не имеет никакого значения, какой узел является мастер-узлом. Мастер-узел используется при отрисовке твердого тела (из этого узла рисуются отрезки, соединяющие его со всеми другими узлами конечного элемента). Для выбора твердого тела достаточно указать один из принадлежащих ему узлов или отрезок, соединяющий мастер-узел и один из ведомых узлов.

Ввод твердого тела

После выбора этого пункта меню появляется диалоговое окно **Характеристики твердого тела** (рис. 6.5-2). В этом окне следует выполнить следующие действия:

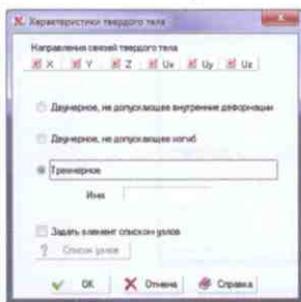


Рис. 6.5-2. Диалоговое окно Характеристики твердого тела

После нажатия кнопки **ОК** диалогового окна следует с помощью мыши отметить узлы, принадлежащие твердому телу и нажать кнопку  инструментальной панели.

После выполнения последнего действия твердое тело будет обозначено на схеме в виде «паука» (рис. 6.5-3), у которого мастер-узел соединен с остальными узлами тела линиями. При этом мастер-узел будет автоматически назначен узлу этого нового конечного элемента, который расположен наиболее близко к геометрическому центру набора узлов.

- Ввод твердого тела;
- Изменение вида твердого тела;
- Перенос мастер-узла;
- Удаление твердого тела;
- Добавление ведомых узлов;
- Исключение ведомых узлов;
- Перенос ведомых узлов.

Если в расчетной схеме еще нет ни одного твердого тела, то сразу произойдет активация операции **Ввод твердого тела**.

Твердое тело представляет собой набор узлов. В этом наборе имеется выделенный узел (мастер-узел).

- в группе **Характеристики твердого тела** с помощью маркеров выбрать вид твердого тела (двумерное, не допускающее деформации в своей плоскости, двумерное, не допускающее изгиб, трехмерное);
- уточнить коды связывания (направления степеней свободы) узлов жесткого тела (по умолчанию маркеры направлений активируются в зависимости от выбранного вида твердого тела);
- если это необходимо, ввести имя твердого тела.

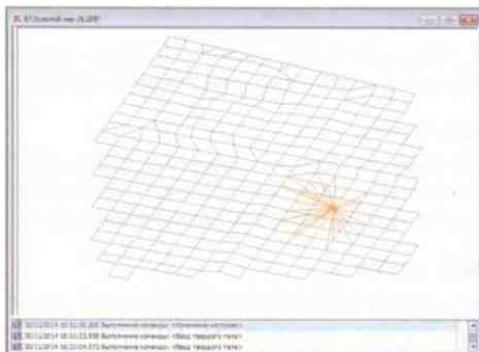


Рис. 6.5-3. Изображение твердого тела.

Необходимо пояснить разницу между двумя типами двумерного твердого тела:

- тело, не допускающее деформации в своей плоскости (диск), может деформироваться в виде изгиба плоскости первоначального расположения его узлов, как это происходит в плоской диафрагме, устанавливаемой для предотвращения искажений поперечного сечения тонкостенного стержня;
- тело, не допускающее изгиб (штамп), остается плоским, хотя эта плоскость может смещаться и поворачиваться, а узлы такого тела перемещаться внутри такой плоскости.

Маркер **Задать элемент списком узлов** позволяет создать конечный элемент не используя манипулятор мышь, а путем перечисления номеров узлов. Номера узлов можно ввести в диалоговом окне, которое активируется нажатием кнопки **Список узлов** (рис. 6.3-2).

Изменение вида твердого тела

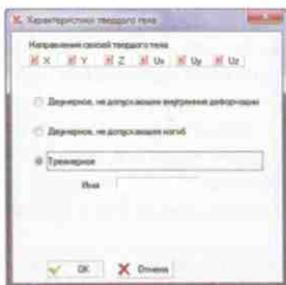


Рис. 6.5-4. Диалоговое окно **Характеристики твердого тела** (корректировка)

Эта операция позволяет изменить вид введенного ранее твердого тела. Для выполнения операции следует выполнить следующие действия:

- выбрать в меню управления вводом твердого тела указанную выше операцию;
- в появившемся диалоговом окне **Характеристики твердого тела** (рис. 6.5-4) с помощью маркеров назначить вид твердого тела и коды связывания (направления степеней свободы) узлов жесткого тела;
- выйти из окна нажатием кнопки **ОК**;
- выбрать элемент твердого тела;
- нажать кнопку **ОК** в инструментальной панели.

Перенос мастер-узла

Мастер-узел можно перенести в любой из узлов твердого тела. Для этого следует выбрать операцию в меню, отметить существующий элемент твердого тела и узел, в который он переносится, нажать кнопку **ОК** в инструментальной панели.

Удаление твердого тела

Для удаления твердого тела необходимо выбрать в меню одноименную операцию, выбрать удаляемый элемент и нажать кнопку **ОК** в инструментальной панели.

Добавление ведомых узлов

Для добавления ведомых узлов необходимо выбрать в меню одноименную операцию, выбрать элемент твердого тела, к которому добавляются узлы, отметить узлы расчетной схемы, которые войдут в твердое тело, и нажать кнопку **ОК** в инструментальной панели.

Исключение ведомых узлов

Для исключения ведомых узлов необходимо выбрать в меню одноименную операцию, выбрать элемент твердого тела, из которого исключаются узлы, отметить исключаемые узлы и нажать кнопку **ОК** инструментальной панели. Удаление ведомого узла только исключает узел из твердого тела, но не удаляет его из схемы.

Перенос ведомых узлов

Для переноса ведомых узлов необходимо выбрать в меню одноименную операцию, указать курсором узел, который переносится (маркируется красным цветом) и узел, в который он переносится (маркируется синим цветом) и нажать кнопку **ОК** в инструментальной панели.

6.6. Группы узлов и элементов

Группы — это именованные наборы узлов или элементов, которые могут неоднократно использоваться для выполнения различных операций (назначения жесткостных характеристик, связей и нагрузок) при подборе арматуры и печати результатов в **Документаторе**. Наравне со схемами группы могут участвовать в режиме сборки, для групп узлов могут быть вычислены нагрузки от фрагмента схемы, определены крен здания и фундаментной плиты и т. п. Принцип объединения объектов в группы и задание имен групп полностью определяются пользователем.

Это могут быть характерные участки конструкции, например, плиты перекрытий на различных отметках, колонны этажа или другие наборы объектов. Главное, что группы доступны во всех режимах работы со схемой, как на этапе ее создания или назначения параметров для обработки данных в постпроцессорах (например, расчета РСУ), так и в процессе анализа и документирования результатов расчета. Графическая среда комплекса построена таким образом, что всегда можно локализовать информацию в рамках необходимой для работы группы узлов или элементов.

Автоматическое объединение элементов в группы выполняется при импорте данных из препроцессора **ФОРУМ** и в процессе преобразования данных, представленных в форматах **.dxf** и **.dwg** (каждый слой данных выделяется в отдельную группу).

Описываемые в данном разделе группы можно (условно) назвать *общими группами*. Существуют еще группы конструктивных железобетонных и стальных элементов, которые описаны в главах 19 и 20 соответственно.

Для работы с общими группами (не конструктивными) следует перейти на закладку **Группы** (рис. 6.6-1) и с помощью операции **Работа с группами узлов и элементов**  активировать инструментальную панель (рис. 6.6-2).



Рис. 6.6-1. Закладка Группы



Рис. 6.6-2. Раздел инструментальной панели Группы

Вызов операций создания групп выполняется из инструментальной панели. Раздел содержит кнопки назначения объектов группы (узлы — или элементы —), сохранения групп — , сброса всех отметок — , отказа от операции , булевых операций с группами , управления группами и два списка для выбора ранее созданных групп узлов и элементов. После загрузки из списка все объекты активной группы маркируются на схеме как выбранные.

Создание групп

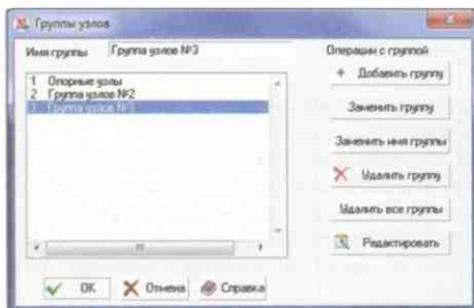


Рис. 6.6-3. Диалоговое окно Группы узлов

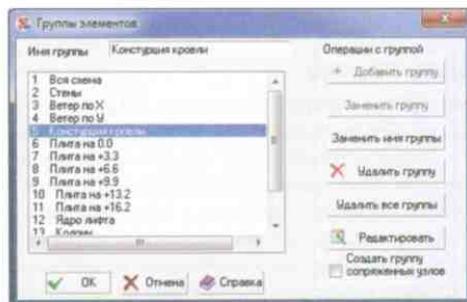


Рис. 6.6-4. Диалоговое окно Группы элементов

Для создания новой группы узлов или элементов необходимо:

- нажать кнопку, определяющую вид объектов группы (узлы или элементы);
- выбрать на расчетной схеме объекты группы;
- нажать кнопку сохранения/модификации группы ;
- ввести в диалоговом окне **Группы узлов** (рис. 6.6-3) или **Группы элементов** (рис. 6.6-4) имя группы и нажать кнопку **Добавить группу**;
- нажать кнопку **ОК** в диалоговом окне.

После сохранения группы ее имя заносится в соответствующий список групп в инструментальной панели. Перед подготовкой следующей группы следует нажатием кнопки  отменить выбор объектов предыдущей группы.

При создании группы элементов можно автоматически сформировать группу **сопряженных** с элементами узлов, которая получит то же имя. Под «сопряженными» подразумеваются такие узлы, которые принадлежат элементам выбранной группы и одновременно хотя бы одному элементу, не входящему в эту группу. Для этого перед нажатием кнопки **Добавить группу** следует нажать кнопку **Создать группу сопряженных узлов**.

Корректировка группы

Для изменения информации в группе необходимо выполнить следующие действия:

- выбрать из списка в инструментальной панели корректируемую группу;
- внести в нее изменения путем включения и/или исключения объектов;
- нажать кнопку сохранения группы;
- выбрать из списка номер или имя заменяемой группы;
- нажать кнопку **Заменить группу**;
- выйти из диалогового окна, нажав кнопку **ОК**.

Аналогично замене выполняется и удаление группы (напомним, что в данном контексте удаление группы означает только исключение ее из списка групп, а не удаление элементов группы из расчетной схемы). В этом случае после выбора группы в списке групп следует вызвать операцию **Сохранение/модификация группы**, установить в диалоговом окне номер группы и нажать кнопку **Удалить группу**. Кнопка **Редактировать** позволяет внести изменения в список узлов/элементов в текстовом формате.

Выбор группы

Для выбора группы достаточно указать ее имя в соответствующем списке инструментальной панели. При этом все объекты активной группы отмечаются на схеме красным цветом.

Таким образом, сразу после вызова группы для этих объектов можно назначать и выполнять операции. Есть одно ограничение — из списков в инструментальной панели нельзя одновременно выбрать несколько групп, т. е. исключается случай, когда на схеме одновременно маркированы и группы узлов, и группы элементов, а также объекты, принадлежащие к разным группам. Если необходимо получить комбинацию из нескольких групп, то следует использовать цветовую шкалу индикации групп (кнопка **Группы** на панели фильтров).

Операции с группами



Эта операция позволяет сформировать новую группу узлов или элементов, как результат выполнения одной из логических операций объединения, пересечения или разности с указанными группами. Порядок действий при выполнении операции следующий:

- активировать соответствующую кнопку вызова операции отметки:  — для работы с группами узлов или  — для работы с группами элементов;
- вызвать рассматриваемую операцию;
- в диалоговом окне **Операции с группами** (рис. 6.6-5) отметить в левом и правом списках по одной группе, участвующие в операции;

- нажать кнопку с наименованием выполняемой операции;
- в диалоговом окне **Имя группы** (рис. 6.6-6) задать имя результирующей группы и нажать кнопку **ОК**.

В результате будет сформирована новая группа, которая будет записана в конец списка групп. Указанные действия можно выполнить и с другими группами, в том числе и с полученными в результате выполнения логических операций. По окончании работы выйти из диалогового окна нажатием кнопки **ОК**.

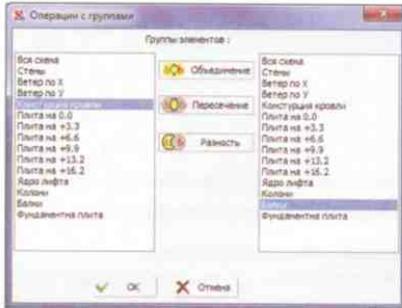


Рис. 6.6-5. Диалоговое окно **Операции с группами**

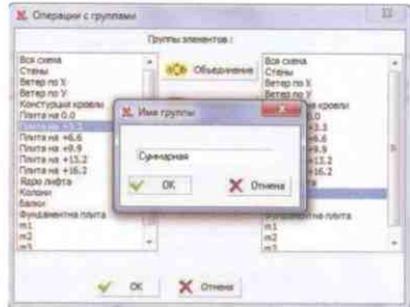


Рис. 6.6-6. Диалоговое окно **Имя группы**

Управление группами



Операция используется для управления атрибутами групп и позволяет выполнить следующие действия: переименование групп, сортировка групп по заданному признаку, удаление групп и изменение места выбранной группы в списке групп. Если в схеме есть и группы узлов и группы элементов, выбор вида групп, с которыми будут выполняться действия, осуществляется в выпадающем меню, которое появляется после вызова операции. В противном случае (есть один вид групп) меню не появится и операция будет выполнена с имеющимися группами.

Операции выполняются в диалоговом окне **Управление группами элементов/узлов** (рис. 6.6-7), в котором находится таблица со списком групп. Графы таблицы групп включают:

- текущий номер группы;
- № — номер группы в порядке создания;
- **Имя** — имя конструктивной группы;
- **Количество элементов/узлов** в группе.

Для переименования группы следует установить курсор на имя нужной группы и дважды нажать левую кнопку мыши. Строка таблицы становится доступной для редактирования.

Сортировка групп в таблице выполняется по признаку, который выбирается в выпадающем списке **Сортировать по....** Предусмотрены следующие виды сортировок:

- по номеру (в очередности создания группы — при нажатой кнопке **Min/Max**; и наоборот — при нажатой кнопке **Max/Min**);
- по имени группы (в алфавитном порядке при нажатой кнопке **Min/Max** и наоборот — при нажатой кнопке **Max/Min**);
- по количеству элементов/узлов в группе (по возрастанию количества в списке групп при нажатой кнопке **Min/Max** и наоборот — при нажатой кнопке **Max/Min**).

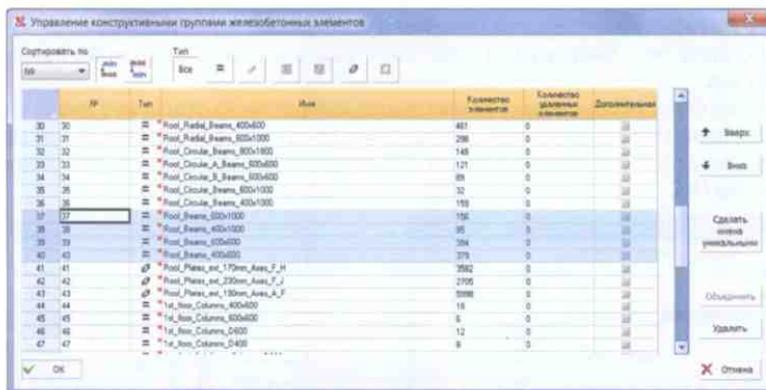


Рис. 6.6-7. Диалоговое окно Управление группами элементов

Удаление выбранных групп выполняется нажатием одноименной кнопки.

Для изменения положения в списке одной или нескольких групп необходимо отметить эти группы и переместить их по списку на нужное количество позиций нажатием на кнопки **Вверх** или **Вниз**.

Если в расчетной схеме есть группы с одинаковыми именами (например, такие группы могут появиться как результат работы препроцессора **ФОРУМ**), то использование кнопки **Сделать имена уникальными** позволяет автоматически переименовать их путем добавления к имени суффикса № XXX.

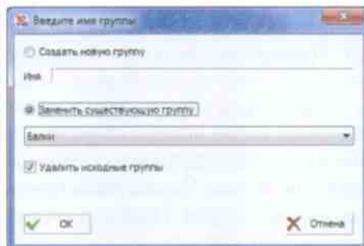


Рис. 6.6-8. Объединение групп

Если выбрано несколько групп, то становится активной кнопка **Объединить**, которая позволяет создать группу, включающую все элементы/узлы, входящие в отмеченные группы. При этом в диалоговом окне (рис. 6.6-8) следует ввести имя новой группы или указать, что нужно заменить существующую группу (ее следует выбрать в выпадающем списке). Кроме того, маркер **Удалить исходные группы** позволяет удалить все группы, которые участвуют в операции объединения.

Все назначения, сделанные в диалоговом окне, будут зафиксированы и выполнены после выхода из окна по кнопке **ОК**. При этом, положение групп в списке инструментальной панели будут соответствовать их положению в списке диалогового окна.