

Пример 7. Нелинейный расчет двухпролетной балки с учетом ползучести бетона

Цели и задачи:

- составить расчетную схему двухпролётной балки;
- продемонстрировать процедуру задания характеристик физической нелинейности материалов с учетом ползучести бетона и процедуру задания параметров арматуры;
- сформировать таблицу моделирования нелинейных нагружений.

Исходные данные:

Схема балки и ее закрепление показаны на рис.7.1.

Сечения элементов балки показаны на рис.7.2.

Материал балки – железобетон В25, арматура А-III.

Состояние расчетной схемы анализируется по истечении 365 и 730 дней.

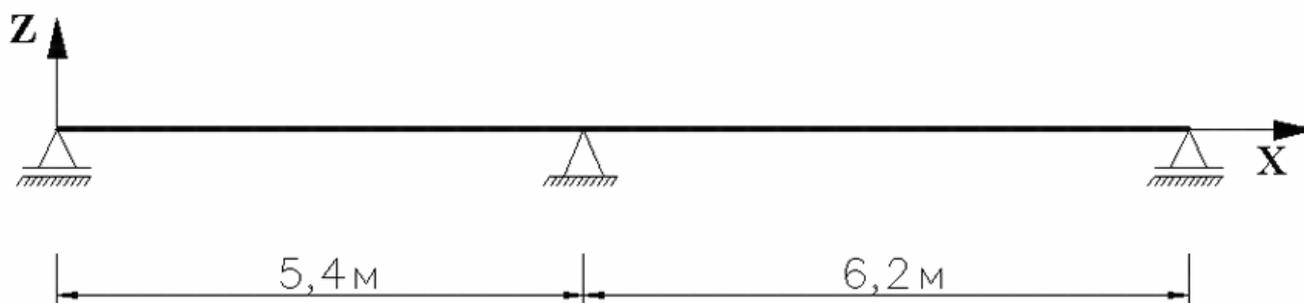


Рис.7.1. Схема балки

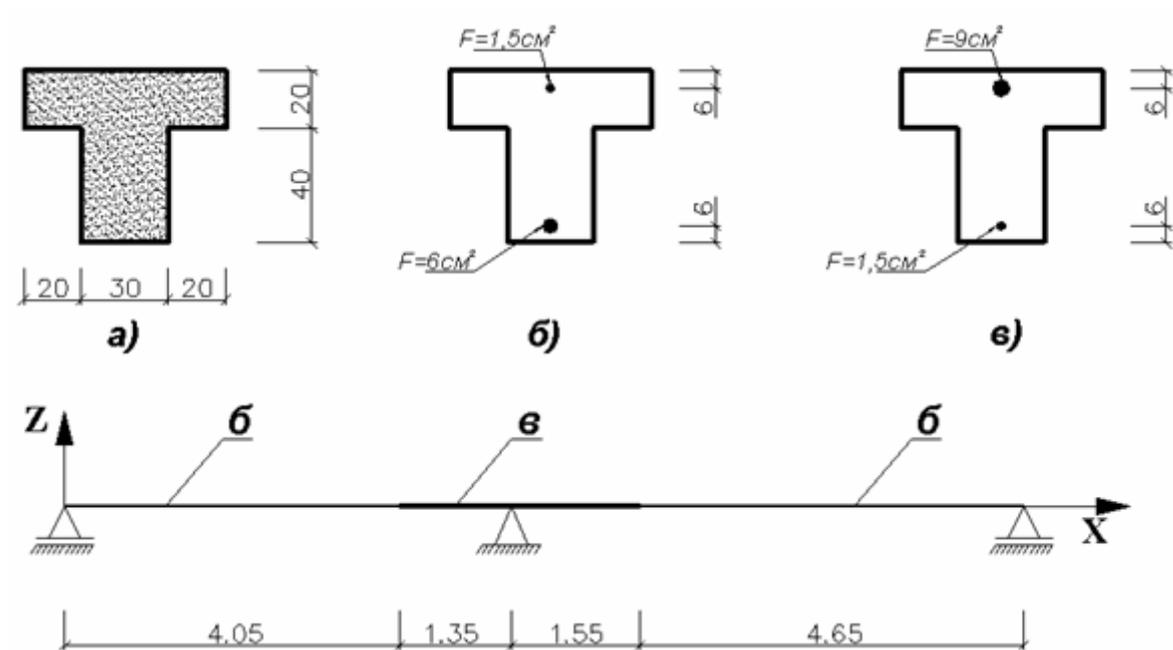


Рис.7.2. Сечения элементов балки: а) размеры сечения; б) пролетное сечение; в) опорное сечение

Нагрузки:

- нагружение 1 – собственный вес (рис.7.3);

Загрузка 1

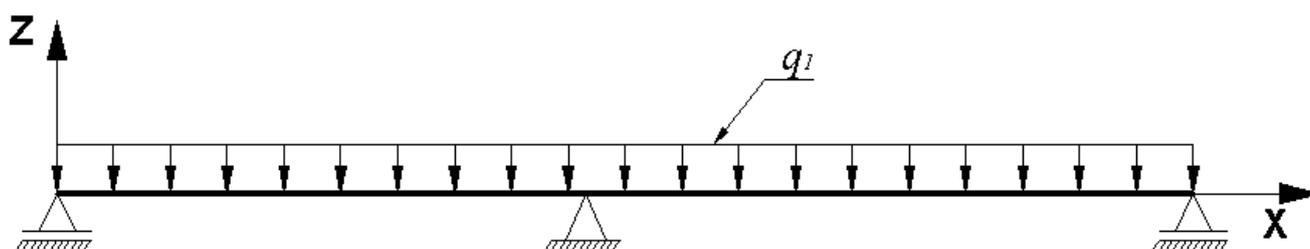


Рис.7.3. Схема загрузки 1 балки

- загрузка 2 – равномерно распределенная $q_2 = 0.3$ т/м (рис.7.4);

Загрузка 2

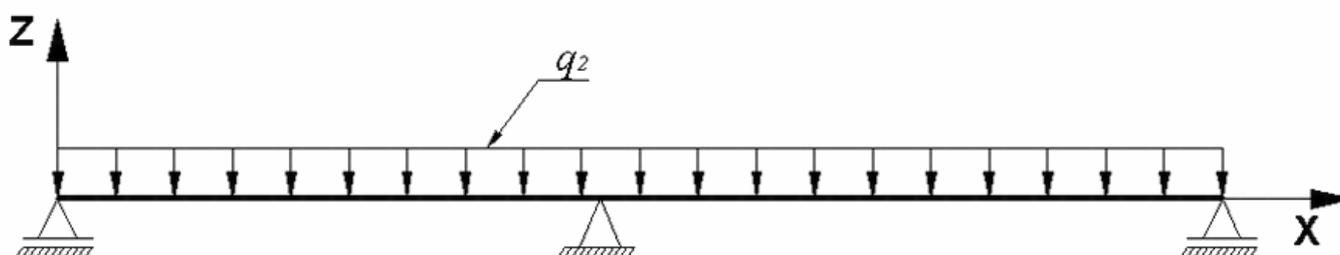


Рис.7.4. Схема загрузки 2 балки

- загрузка 3 – равномерно распределенная в первом пролете $q_3 = 0.87$ т/м (рис.7.5);

Загрузка 3

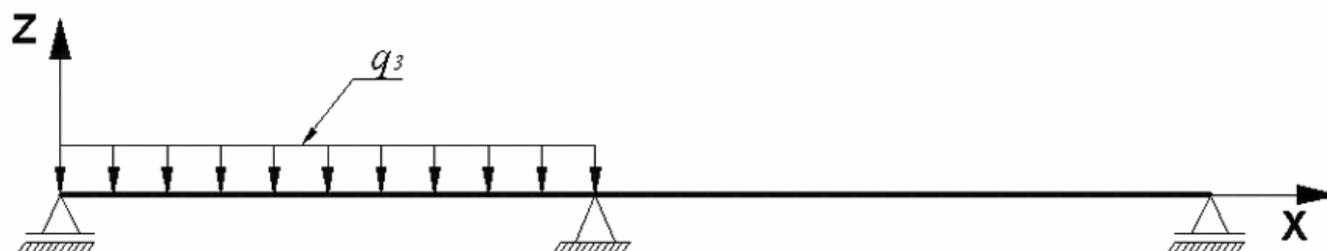


Рис.7.5. Схема загрузки 3 балки

- загрузка 4 – равномерно распределенная во втором пролете $q_4 = 0.87$ т/м (рис.7.6);

Загрузка 4

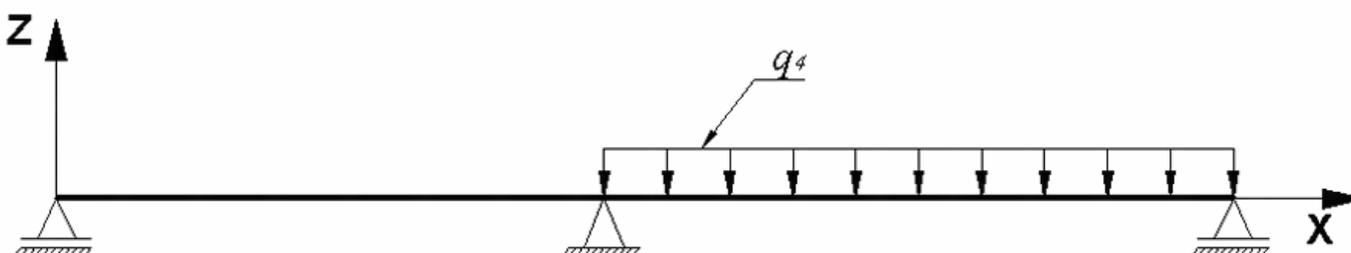


Рис.7.6. Схема загрузки 4 балки

Для того чтобы начать работу с ПК ЛИРА-САПР®, выполните следующую команду Windows: Пуск ⇒ Программы (Все программы) ⇒ LIRA SAPR ⇒ ЛИРА-САПР 2020 ⇒ ЛИРА-САПР 2020.

Этап 1. Создание новой задачи

- Для создания новой задачи откройте меню **Приложения** и выберите пункт **Новый** (кнопка  на панели быстрого доступа).
- В появившемся диалоговом окне **Описание схемы** (рис.7.7) задайте следующие параметры:
 - имя создаваемой задачи – **07_балка_физ_нелин**;
 - в раскрывающемся списке **Признак схемы** выберите строку **2 – Три степени свободы в узле (перемещения X,Z,Uy) X0Z**.
- После этого щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

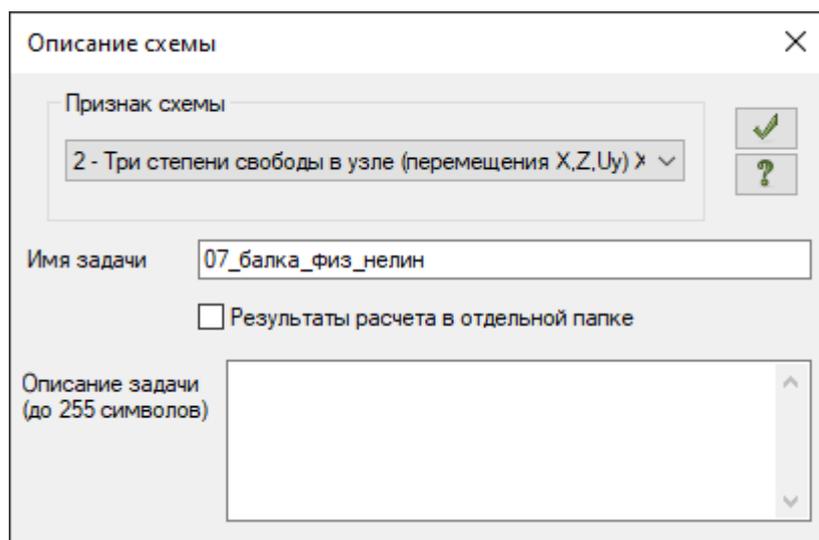


Рис.7.7. Диалоговое окно **Описание схемы**



Диалоговое окно **Описание схемы** также можно открыть с уже выбранным признаком схемы. Для этого в меню **Приложения** в раскрывающемся списке пункта **Новый** выберите

команду  **2 – Второй признак схемы (Три степени свободы в узле)** или на панели

быстрого доступа в раскрывающемся списке **Новый** выберите команду  **2 – Второй признак схемы (Три степени свободы в узле)**. После этого нужно задать только имя задачи.

Установка флажка **Результаты расчета в отдельной папке** в диалоговом окне **Описание схемы** дает возможность сохранять все результаты расчета для конкретной задачи в отдельной папке с именем, которое совпадает с именем задачи. Данная папка создается в каталоге хранения результатов расчета. Это удобно в том случае, если нужно найти результаты расчета для конкретной задачи и последующей передаче файлов результатов расчета или просмотра и анализа этих файлов с помощью проводника или других файловых менеджеров.

Этап 2. Создание геометрической схемы балки

- Вызовите диалоговое окно **Создание плоских фрагментов и сетей** щелчком по кнопке  – **Генерация регулярных фрагментов** (панель **Создание** на вкладке **Создание и редактирование**).
- Принимаем деление пролетов балки на 4 части. Поэтому в этом диалоговом окне задайте следующие параметры:
 - Шаг вдоль первой оси:

L(м)	N
1.35	4
1.55	4
 - Остальные параметры принимаются по умолчанию (рис.7.8).
- После этого щелкните по кнопке  – **Применить**.

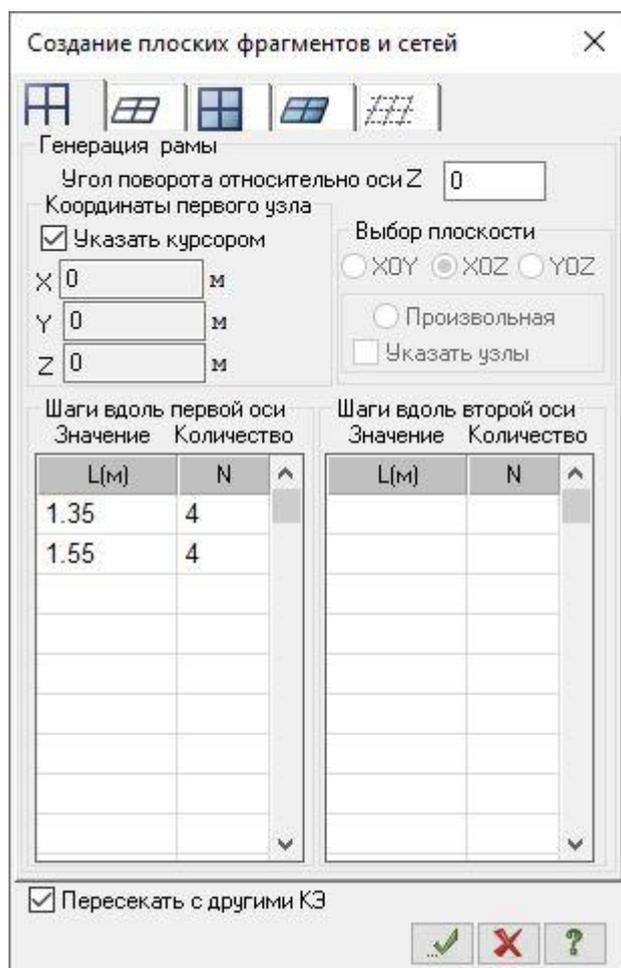


Рис.7.8. Диалоговое окно **Создание плоских фрагментов и сетей**

Сохранение информации о расчетной схеме

- Для сохранения информации о расчетной схеме откройте меню **Приложения** и выберите пункт **Сохранить** (кнопка  на панели быстрого доступа).
- В появившемся диалоговом окне **Сохранить как** задайте:
 - имя задачи – **07_балка_физ_нелин**;
 - папку, в которую будет сохранена эта задача (по умолчанию выбирается папка – **Data**).
- Щелкните по кнопке **Сохранить**.

Этап 3. Задание граничных условий

Вывод на экран номеров узлов и элементов

- Щелкните по кнопке  – **Флаги рисования** на панели инструментов **Панель выбора** (по умолчанию находится в нижней области рабочего окна).
 - В диалоговом окне **Показать** при активной закладке **Элементы** установите флажок **Номера элементов**.
 - После этого перейдите на вторую закладку **Узлы** и установите флажок **Номера узлов**.
 - Щелкните по кнопке  – **Перерисовать**.
- На рис.7.9 представлена полученная схема.



Рис.7.9. Нумерация узлов и элементов расчетной схемы

Выделение узлов № 1 и 9

- Щелкните по кнопке  – **Отметка узлов** в раскрывающемся списке **Отметка узлов** на панели инструментов **Панель выбора** (по умолчанию находится в нижней области рабочего окна).
- С помощью курсора выделите узлы № 1 и 9 (узлы окрашиваются в красный цвет).

Задание граничных условий в узлах № 1 и 9

- Щелчком по кнопке  – **Связи** (панель **Жесткости и связи** на вкладке **Создание и редактирование**) вызовите диалоговое окно **Связи в узлах** (рис.7.10).
- В этом окне, с помощью установки флажков, отметьте направления, по которым запрещены перемещения узлов (**Z**).
- После этого щелкните по кнопке  – **Добавить связи в отмеченных местах** (узлы окрашиваются в синий цвет).

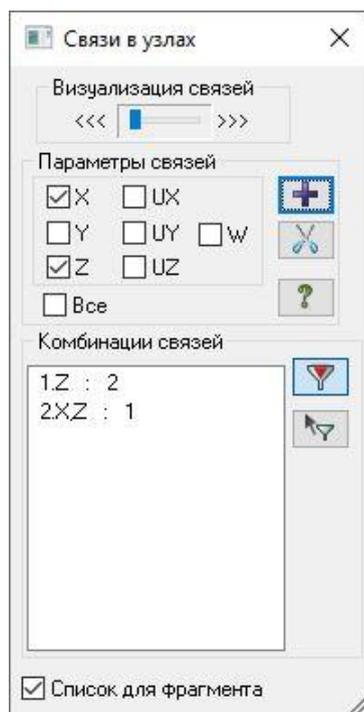


Рис.7.10. Диалоговое окно **Связи в узлах**

Задание граничных условий в узле № 5

- Выделите узел № 5 с помощью курсора.
- В диалоговом окне **Связи в узлах** отметьте направления, по которым запрещено перемещение узла (**X, Z**). Для этого необходимо установить еще и флажок по направлению **X**.
- Щелкните по кнопке  – **Применить**.
- Щелкните по кнопке  – **Отметка узлов** в раскрывающемся списке **Отметка узлов** на панели инструментов **Панель выбора**, чтобы снять активность с операции выделения узлов.

Этап 4. Задание жесткостных параметров элементам балки

Формирование типов жесткости

- Щелчком по кнопке  – **Жесткости и материалы элементов** (панель **Жесткости и связи** на вкладке **Создание и редактирование**) вызовите диалоговое окно **Жесткости и материалы** (рис.7.11,а).
- В этом окне щелчком по кнопке **Добавить** вызовите диалоговое окно **Добавить жесткость**, для того чтобы вывести список стандартных типов сечений (рис.7.11,б).

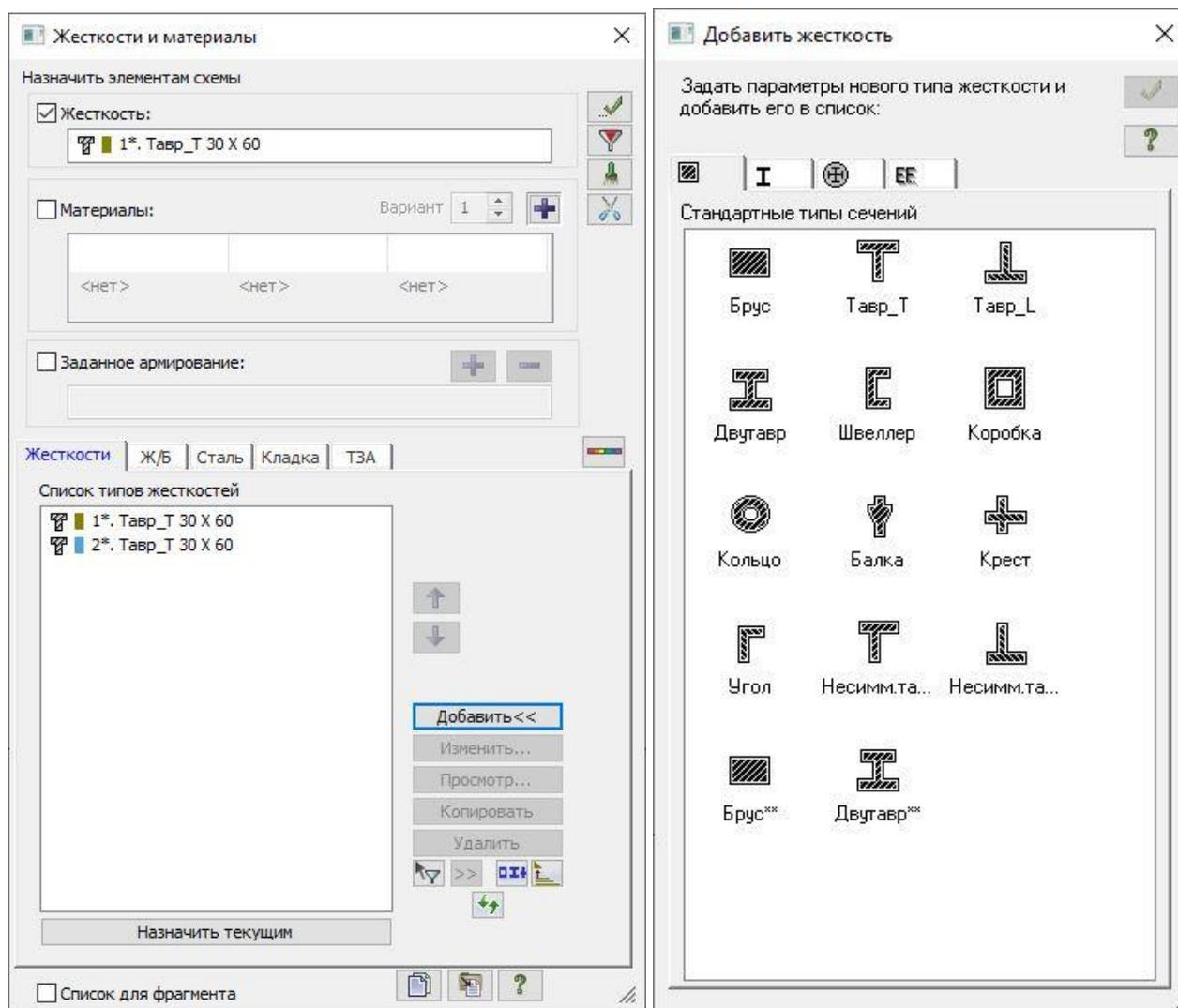


Рис.7.11. Диалоговые окна: а – Жесткости и материалы, б – Добавить жесткость

- Выберите двойным щелчком мыши на элементе графического списка тип сечения **Тавр_Т**.
- В диалоговом окне **Задание стандартного сечения** (рис.7.12) включите радиокнопку **Учет нелинейности**.
- Установите флажок **Нелинейный закон для арматуры из ТЗА**.
- Далее задайте параметры сечения **Тавр_Т**:
 - коэффициент Пуассона – $\nu = 0.2$;
 - геометрические размеры – $B = 30$ см; $H = 60$ см; $B_1 = 70$ см; $H_1 = 20$ см;
 - удельный вес материала – $R_0 = 2.5$ т/м³ (необходим для добавления собственного веса).

Рис.7.12. Диалоговое окно **Задание стандартного сечения**

- Для задания материала щелкните по кнопке **Параметры материала**. Вызывается диалоговое окно **Законы нелинейного деформирования материалов** (рис.7.13).
- В этом окне, для основного материала, в раскрывающемся списке **Закон нелинейного деформирования** выберите строку **25 – экспоненциальный (нормативная прочность) закон деформирования**.

- В таблице **Параметры закона нелинейного деформирования**, после двойного щелчка по ячейке значений задайте параметры основного материала (бетона):
 - класс бетона – **B25**;
 - тип бетона – **ТА**.
- Нажмите кнопку **Нарисовать**, чтобы просмотреть графическое изображение заданной зависимости.

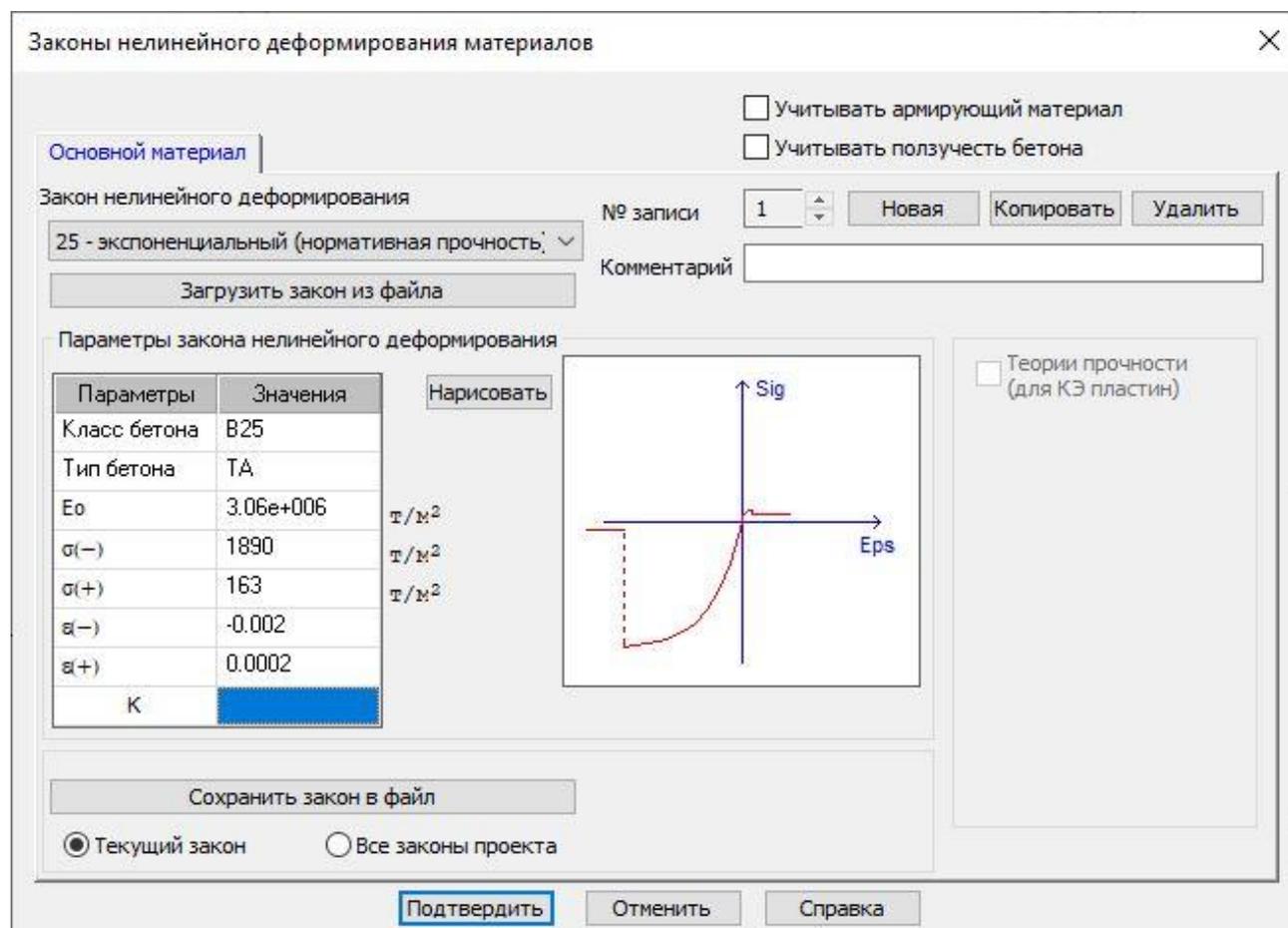


Рис.7.13. Диалоговое окно **Закон нелинейного деформирования материалов** (для основного материала)

- Далее в этом же окне установите флажок **Учитывать армирующий материал** (рис.7.14) и перейдите на закладку **Армирующий материал**.
- В раскрывающемся списке **Закон нелинейного деформирования** выберите строку **11 – экспоненциальный закон деформирования**.
- В таблице **Параметры закона нелинейного деформирования** задайте следующие параметры (при английской раскладке клавиатуры):
 - модуль упругости – $E_0(-) = 2e7$ т/м²;
 - модуль упругости – $E_0(+)$ = 2e7 т/м²;
 - предельное напряжение $\sigma(-)$ = -36000 т/м²;
 - предельное напряжение $\sigma(+)$ = 36000 т/м².
- Нажмите кнопку **Нарисовать**, чтобы просмотреть графическое изображение заданной зависимости.

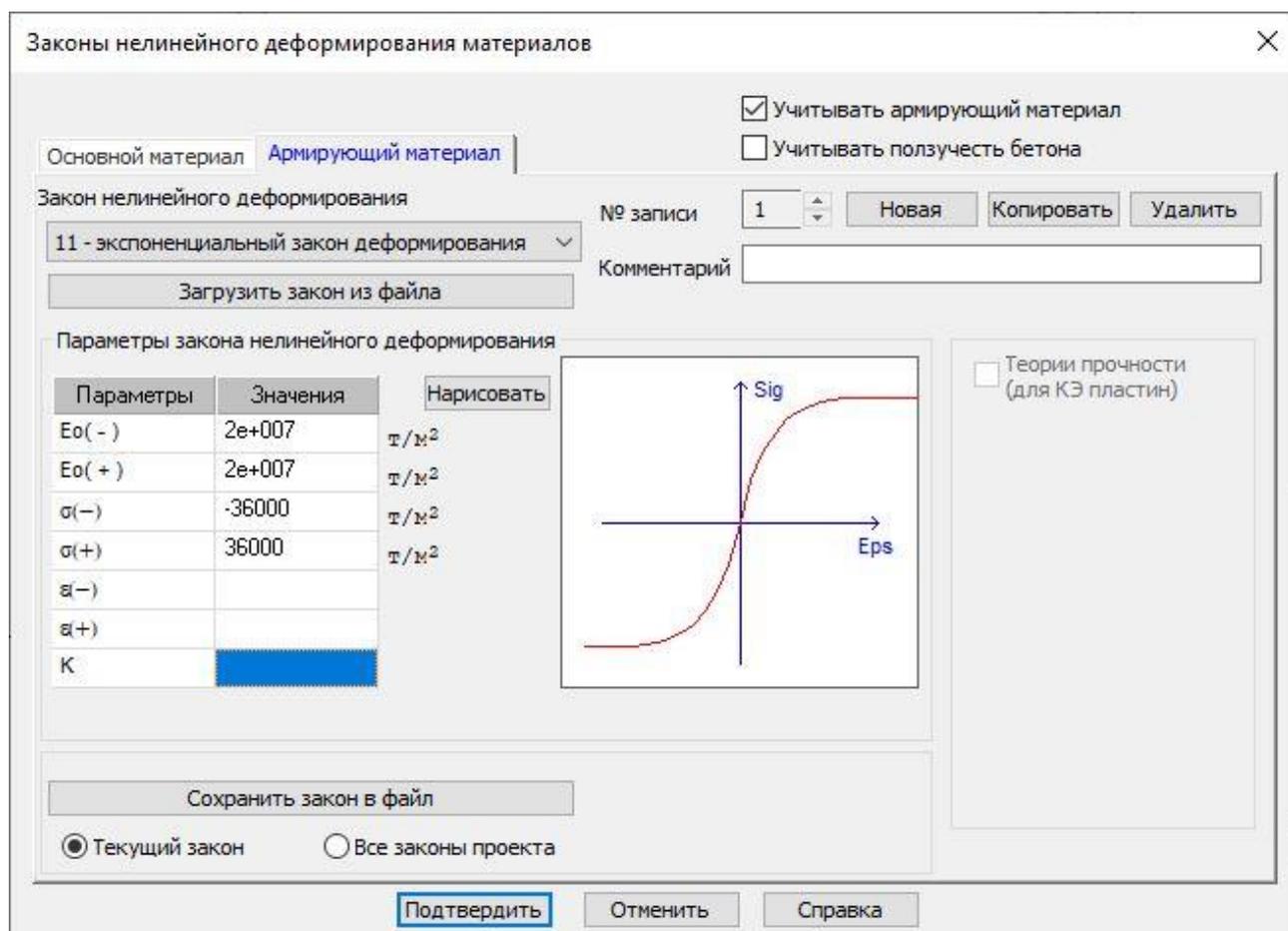


Рис.7.14. Диалоговое окно **Законы нелинейного деформирования материалов** (для армирующего материала)

- Далее в этом же окне установите флажок **Учитывать ползучесть бетона** (рис.7.15) и перейдите на закладку **Ползучесть бетона**.
- В раскрывающемся списке **Закон ползучести бетона** выберите строку **41 – степенной закон ползучести (EuroCode prEN 1992-1-1)**.
- В таблице **Параметры закона нелинейного деформирования** задайте следующие параметры:
 - теоретический коэффициент ползучести – $\phi_o = 2$;
 - коэффициент – $\beta_H = 657.82$.
- Для ввода данных щелкните по кнопке **Подтвердить**.

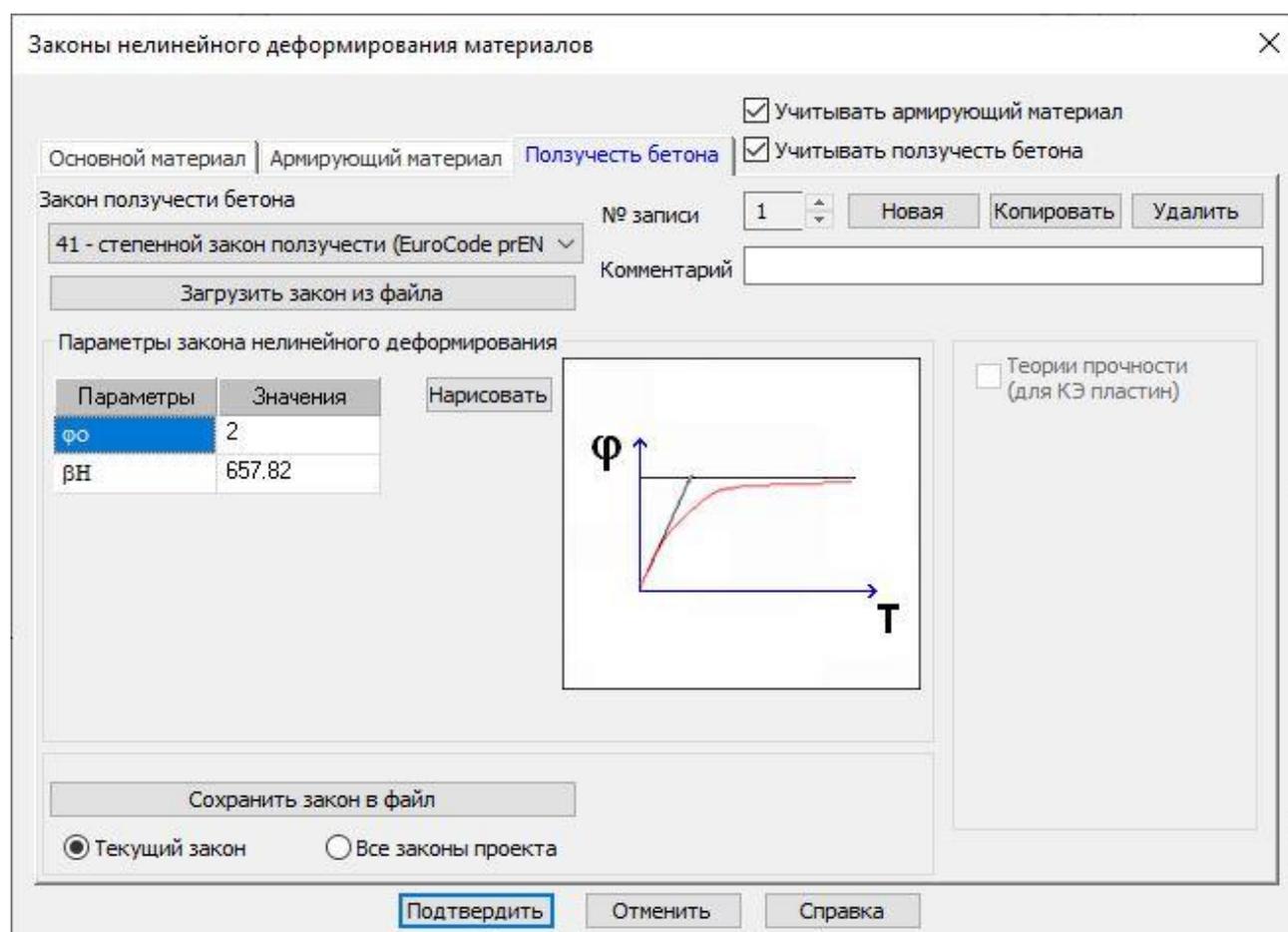
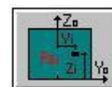


Рис.7.15. Диалоговое окно **Законы нелинейного деформирования материалов** (для ползучести бетона)

➤ Для задания расположения и площади арматуры, в диалоговом окне **Задание стандартного сечения** (рис.7.12) щелкните по кнопке **Параметры арматуры**. Вызывается диалоговое окно **Характеристики физической нелинейности стержней** (рис.7.16).



➤ В этом окне, для выбора арматурных включений, щелкните по кнопке **Точечная арматура**.

➤ Задайте параметры арматуры для первого слоя арматуры:

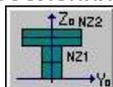
- площадь арматуры – $F_a = 6 \text{ см}^2$;
- координаты привязки – $y = 0 \text{ см}$; $z = 6 \text{ см}$.

➤ В раскрывающемся списке **Номер слоя арматуры** выберите номер **2**.

➤ Задайте параметры арматуры для второго слоя арматуры:

- площадь арматуры – $F_a = 1.5 \text{ см}^2$;
- координаты привязки – $y = 0 \text{ см}$; $z = 54 \text{ см}$.

➤ Для выбора типа дробления поперечного сечения, в поле **Типы дробления поперечного сечения**



щелкните по кнопке **Дробление на элементарные полосы**.

➤ Чтобы увидеть эскиз сечения щелкните по кнопке **Нарисовать**.

➤ Для ввода данных щелкните по кнопке **Подтвердить**.

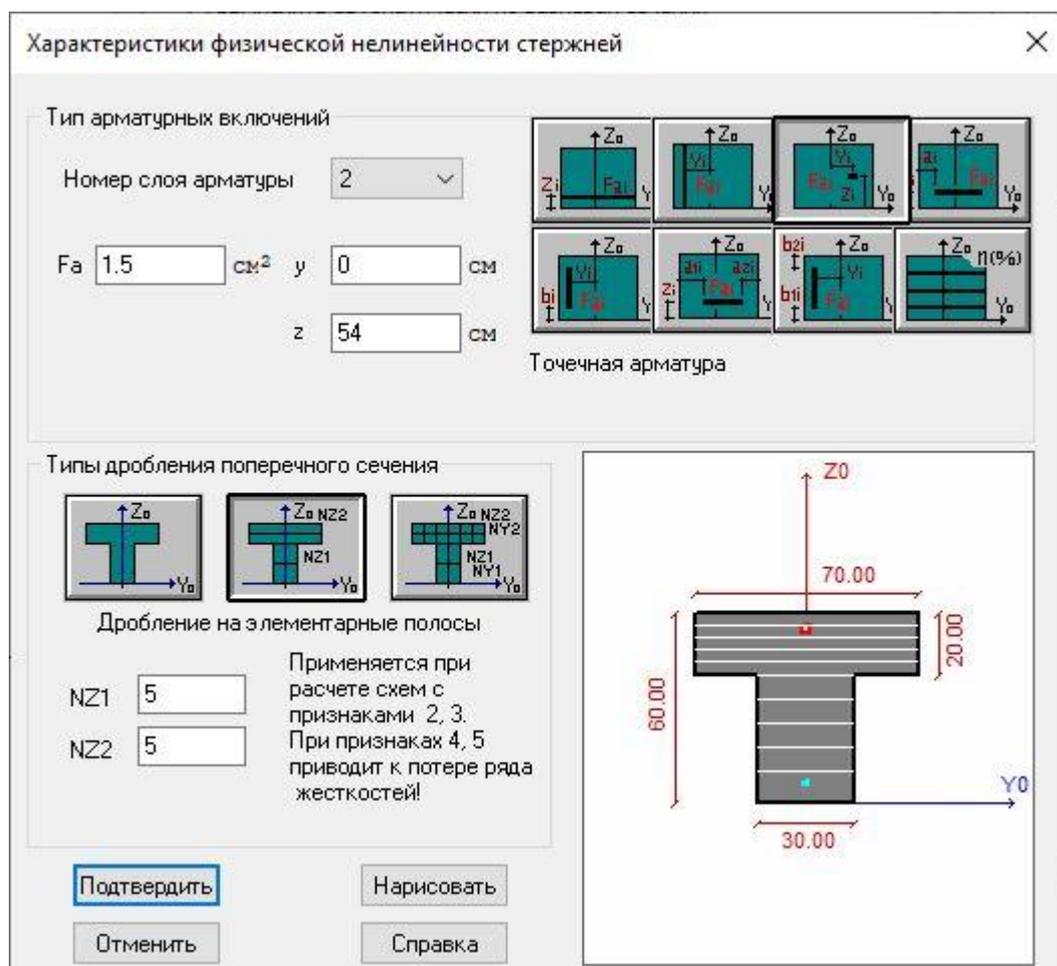


Рис.7.16. Диалоговое окно Характеристики физической нелинейности стержней

- После этого в диалоговом окне **Задание стандартного сечения** щелкните по кнопке **Подтвердить**. ✓
- В диалоговом окне **Жесткости и материалы** (рис.7.11,а) в списке типов жесткостей с помощью курсора выделите строку **1*.Тавр_Т 30х60** и щелкните по кнопке **Копировать**.
- После этого в списке типов жесткостей выделите строку **2*.Тавр_Т 30х60** и щелкните по кнопке **Изменить**.
- В диалоговом окне **Задание стандартного сечения** щелкните по кнопке **Параметры арматуры**. Вызывается диалоговое окно **Характеристики физической нелинейности стержней** (рис.7.17).
- В закладке **Тип арматурных включений** выбран тип **Точечная арматура**.
- Задайте параметры арматуры для первого слоя арматуры:
 - площадь арматуры – $F_a = 1.5 \text{ см}^2$;
 - координаты привязки – $y = 0 \text{ см}$; $z = 6 \text{ см}$.
- В раскрывающемся списке **Номер слоя арматуры** выберите номер **2**.
- Задайте параметры арматуры для второго слоя арматуры:
 - площадь арматуры – $F_a = 9 \text{ см}^2$;
 - координаты привязки – $y = 0 \text{ см}$; $z = 54 \text{ см}$.
- Для ввода данных щелкните по кнопке **Подтвердить**.

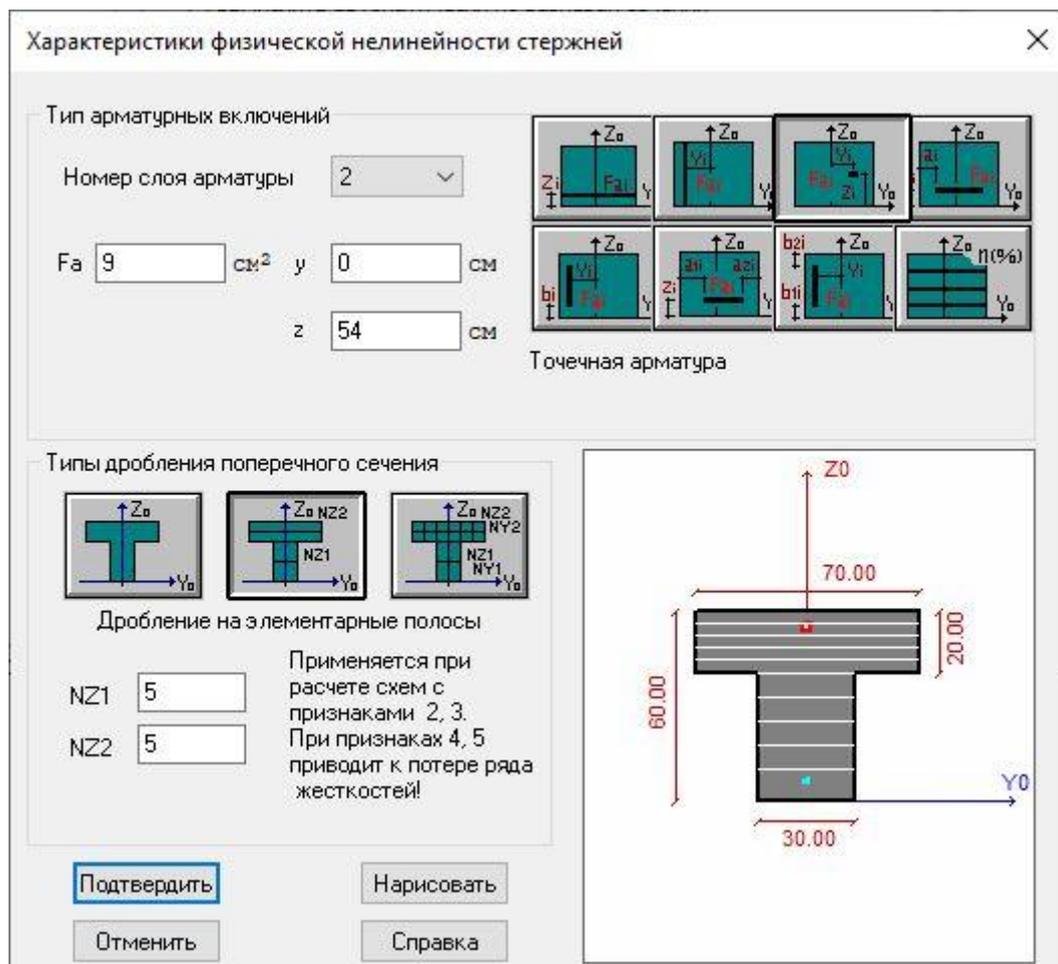


Рис.7.17. Диалоговое окно **Характеристики физической нелинейности стержней**

- После этого в диалоговом окне **Задание стандартного сечения** щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

Смена типа конечных элементов

- Щелкните по кнопке  – **Отметка горизонтальных стержней** на панели инструментов **Панель выбора**.
- С помощью курсора выделите все элементы балки.
- Щелчком по кнопке  – **Смена типа КЭ** (панель **Схема** на вкладке **Расширенное редактирование**) вызовите диалоговое окно **Смена типа конечного элемента** (рис.7.18).
- В этом окне в списке типов конечных элементов выделите строку **Тип 210 – физически нелинейный универсальный протранственный стержневой КЭ**.
- Щелкните по кнопке  – **Применить**.

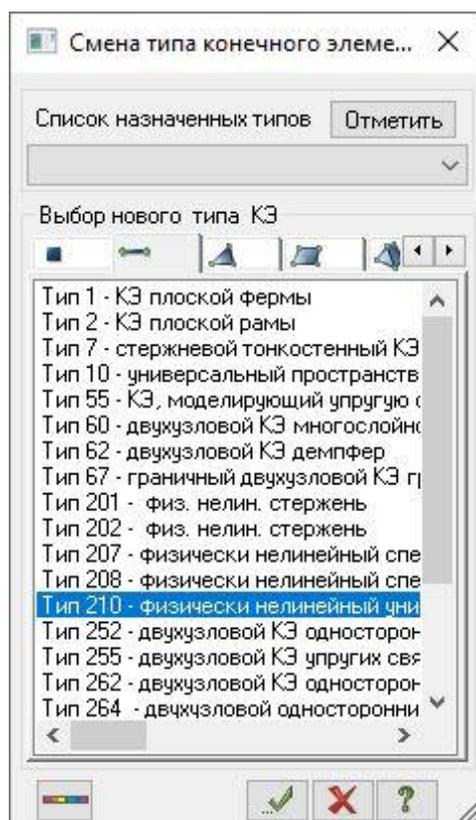


Рис.7.18. Диалоговое окно **Смена типа конечного элемента**

Назначение жесткостей элементам балки

- Щелчком по кнопке  – **Жесткости и материалы элементов** (панель **Жесткости и связи** на вкладке **Создание и редактирование**) вызовите диалоговое окно **Жесткости и материалы** (рис.7.11,а).
- В этом окне в списке текущего типа жесткости должна быть установлена жесткость – **1*.Тавр_Т 30х60**.
- С помощью курсора выделите элементы № 1, 2, 3, 6, 7 и 8.
- В диалоговом окне **Жесткости и материалы** щелкните по кнопке  – **Применить**.
- После этого в диалоговом окне **Жесткости и материалы** в списке типов жесткостей выделите курсором тип жесткости **2*.Тавр_Т 30х60**.
- Щелкните по кнопке **Назначить текущим** (при этом выбранный тип жесткости записывается в строке редактирования **Жесткость** поля **Назначить элементам схемы**. Можно назначить текущий тип жесткости двойным щелчком на строке списка).
- С помощью курсора выделите элементы № 4 и 5.
- Затем в диалоговом окне **Жесткости и материалы** щелкните по кнопке  – **Применить**.

Этап 5. Задание нагрузок

Формирование загрузки № 1

- Щелчком по кнопке  – **Добавить собственный вес** (панель **Нагрузки** на вкладке **Создание и редактирование**) вызовите диалоговое окно **Добавить собственный вес** (рис.7.19).
- В этом окне, при включенной радио-кнопке **все** и заданном коэф. надежности по нагрузке равном **1**, щелкните по кнопке  – **Применить** (элементы автоматически загружаются нагрузкой от собственного веса).

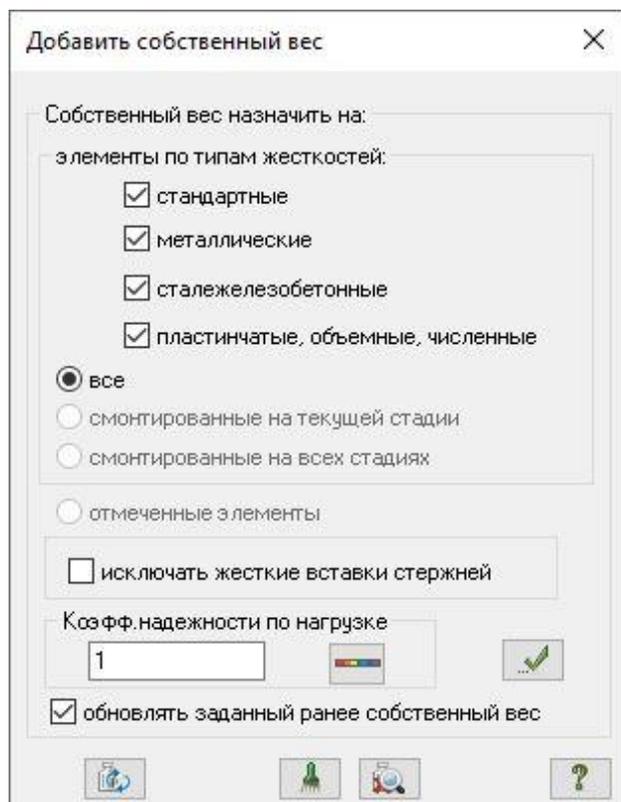


Рис.7.19. Диалоговое окно Добавить собственный вес

Формирование загрузки № 2

- Смените номер текущего загрузки щелчком по кнопке  – **Следующее загрузка** в строке состояния (находится в нижней области рабочего окна).
- Выделите все элементы.
- Вызовите диалоговое окно **Задание нагрузок** на закладке **Нагрузки на стержни** (рис.7.20) выбрав команду  – **Нагрузка на стержни** в раскрывающемся списке **Нагрузки на узлы и элементы** (панель **Нагрузки** на вкладке **Создание и редактирование**).
- В этом окне по умолчанию указана система координат **Глобальная**, направление – вдоль оси **Z**.

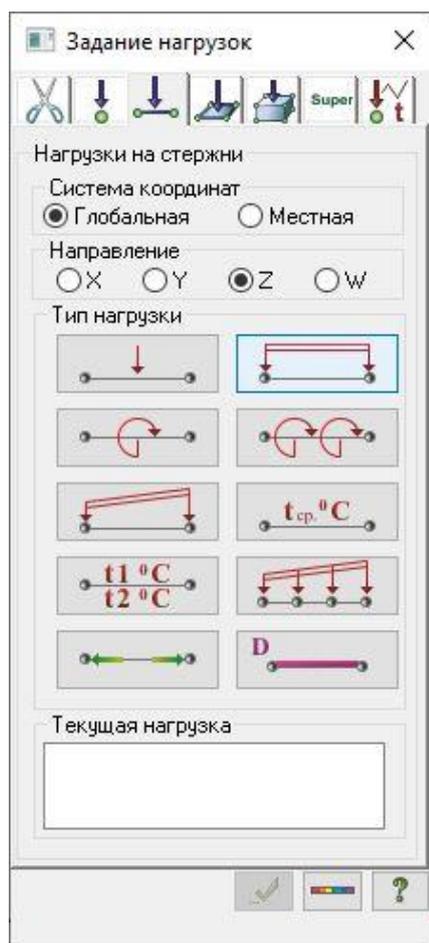


Рис.7.20. Диалоговое окно **Задание нагрузок**

- Щелчком по кнопке **равномерно распределенной нагрузки** вызовите диалоговое окно **Параметры** (рис.7.21).
- В этом окне задайте интенсивность нагрузки $p = 0.3$ т/м.
- Щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.



Рис.7.21. Диалоговое окно **Параметры**

Формирование загрузки № 3

- Смените номер текущего нагружения щелчком по кнопке  – **Следующее нагружение** в строке состояния.
- С помощью курсора выделите элементы первого пролета № 1, 2, 3 и 4.
- Щелчком по кнопке равномерно распределенной нагрузки вызовите диалоговое окно **Параметры**.
- В этом окне задайте интенсивность нагрузки $p = 0.87$ т/м.
- Щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

Формирование загрузки № 4

- Смените номер текущего нагружения щелчком по кнопке  – **Следующее нагружение** в строке состояния.
- С помощью курсора выделите элементы второго пролета № 5, 6, 7 и 8.
- В диалоговом окне **Задание нагрузок** щелкните по кнопке  – **Применить**.

Этап 6. Моделирование нелинейных нагружений с учетом ползучести бетона



Для того чтобы получить расчет балки с полезной нагрузкой в разных пролетах необходимо выполнить две последовательности приложения нагрузок.

Формирование первой последовательности

- Щелчком по кнопке  – **Шаговая** (панель **Нелинейность** на вкладке **Расчет**) вызовите диалоговое окно **Моделирование нелинейных нагружений конструкции** (рис.7.22).
- В этом окне для создания первой последовательности приложения нагрузок (1, 2 и 3 нагружения) щелкните по кнопке  – **Добавить** (в левой части окна в поле **История** добавляется первая история нагружений). Щелкните на плюс и выделите строку нагружения, обозначенную знаком вопроса.
- Далее для первого нагружения задайте следующие параметры:
 - Нагружение – 1;
 - в раскрывающемся списке **Метод расчета** выберите строку **(1) Простой шаговый**;
 - в поле **Значение коэффициентов к нагрузкам по шагам** задайте количество шагов **5**;
 - в раскрывающемся списке **Печать** выберите строку **Перемещения и усилия после каждого шага**;
 - в поле **Вывод промежуточных результатов** в раскрывающемся списке выберите строку **Выводить все**.
- После этого, для того чтобы добавить строку задания параметров второго нагружения, при выделенной строке первого нагружения щелкните по кнопке  – **Добавить**.
- Далее для второго нагружения задайте следующие параметры:
 - Нагружение – 2;
 - в раскрывающемся списке **Метод расчета** выберите строку **(1) Простой шаговый**;
 - в поле **Значение коэффициентов к нагрузкам по шагам** задайте количество шагов **30**;
 - в раскрывающемся списке **Печать** выберите строку **Перемещения и усилия после каждого шага**;
 - в поле **Вывод промежуточных результатов** в раскрывающемся списке выберите строку **Выводить все**.

- После этого, для того чтобы добавить строку задания параметров третьего нагружения, при выделенной строке второго нагружения щелкните по кнопке **+** – **Добавить**.
- Далее для третьего нагружения задайте следующие параметры:
 - № нагружения – **3**;
 - в раскрывающемся списке **Метод расчета** выберите строку **(1) Простой шаговый**;
 - в поле **Значение коэффициентов к нагрузкам по шагам** задайте количество шагов **30**;
 - в раскрывающемся списке **Печать** выберите строку **Перемещения и усилия после каждого шага**;
 - в поле **Вывод промежуточных результатов** в раскрывающемся списке выберите строку **Выводить все**.

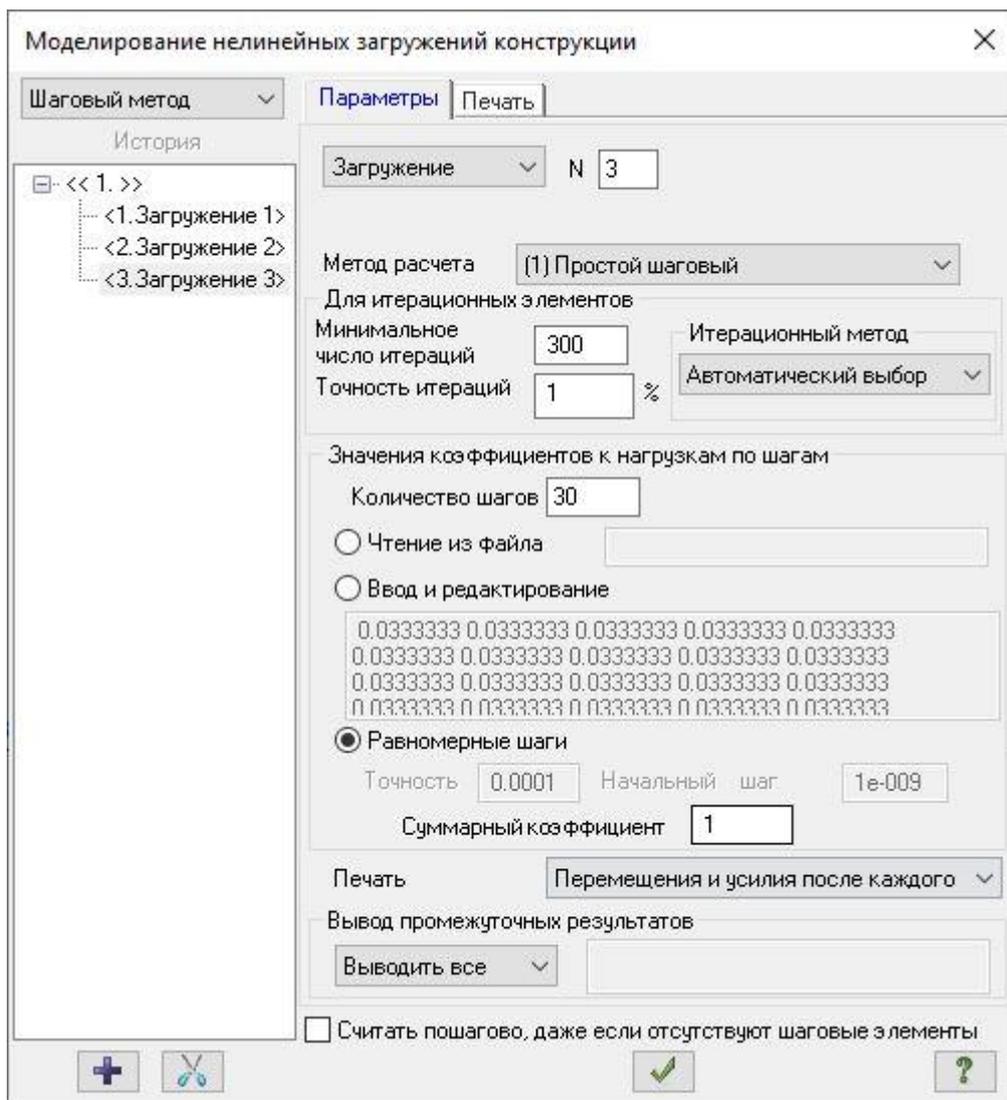


Рис.7.22. Диалоговое окно **Моделирование нелинейных нагружений конструкции**

Формирование второй последовательности

- Чтобы получить вторую последовательность приложения нагрузок (1, 2 и 4 нагружения), в диалоговом окне **Моделирование нелинейных нагружений конструкции** (рис.7.23) в поле **История** выделите первую историю нагружений и щелкните по кнопке **+** – **Добавить**.
- Далее при выделенной строке обозначенной знаком вопроса задайте следующие параметры:
 - Нагружение – **1**;
 - в раскрывающемся списке **Метод расчета** выберите строку **(1) Простой шаговый**;
 - в поле **Значение коэффициентов к нагрузкам по шагам** задайте количество шагов **5**;

- в раскрывающемся списке **Печать** выберите строку **Перемещения и усилия после каждого шага**;
 - в раскрывающемся списке **Вывод промежуточных результатов** выберите строку **Выводить все**.
- После этого, для того чтобы добавить строку задания параметров второго загрузки, при выделенной строке первого загрузки щелкните по кнопке **+** – **Добавить**.
- Далее для второго загрузки задайте следующие параметры:
- Загрузка – 2;
 - в раскрывающемся списке **Метод расчета** выберите строку **(1) Простой шаговый**;
 - в поле **Значение коэффициентов к нагрузкам по шагам** задайте количество шагов **30**;
 - в раскрывающемся списке **Печать** выберите строку **Перемещения и усилия после каждого шага**;
 - в раскрывающемся списке **Вывод** промежуточных результатов выберите строку **Выводить все**.
- После этого, для того чтобы добавить строку задания параметров четвертого загрузки, при выделенной строке второго загрузки щелкните по кнопке **+** – **Добавить**.
- Далее для четвертого загрузки задайте следующие параметры:
- Загрузка – 4;
 - в раскрывающемся списке **Метод расчета** выберите строку **(1) Простой шаговый**;
 - в поле **Значение коэффициентов к нагрузкам по шагам** задайте количество шагов **30**;
 - в раскрывающемся списке **Печать** выберите строку **Перемещения и усилия после каждого шага**;
 - в раскрывающемся списке **Вывод** промежуточных результатов выберите строку **Выводить все**.

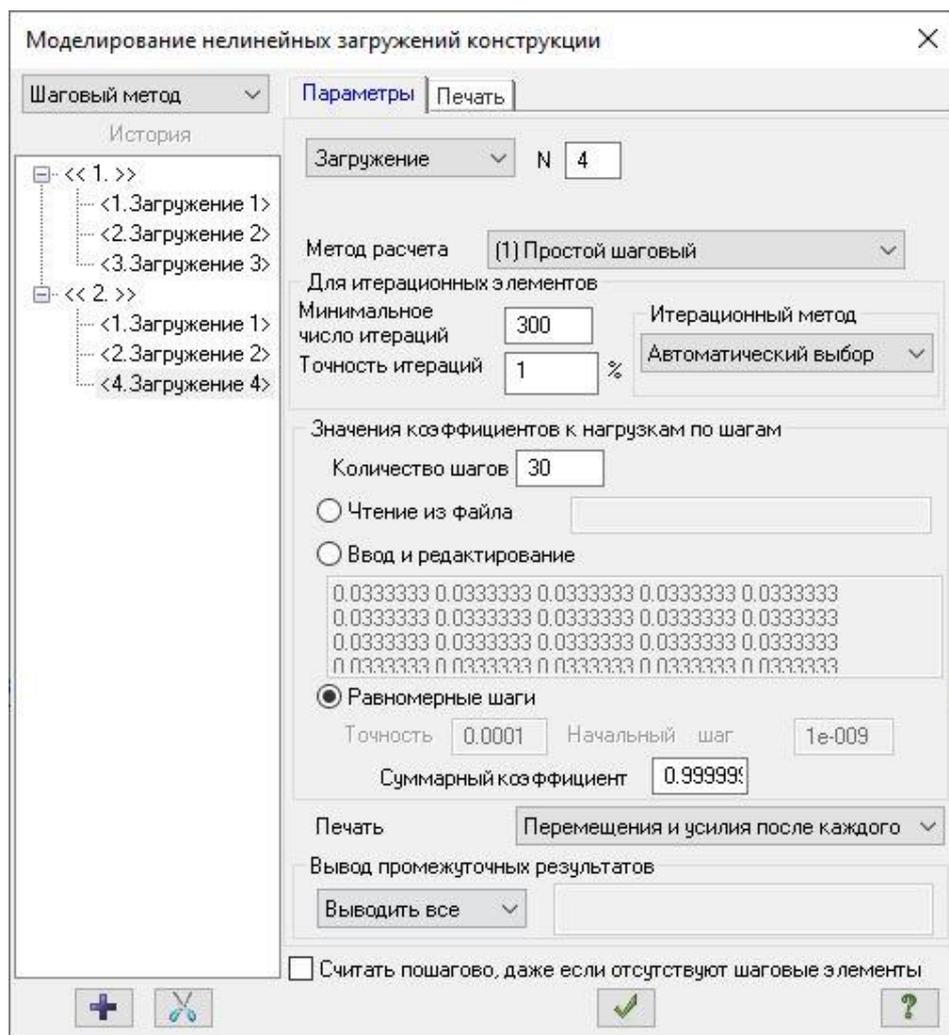


Рис.7.23. Диалоговое окно **Моделирование нелинейных загрузок конструкции**

Учет ползучести бетона

- Чтобы учесть ползучесть бетона для первой последовательности приложения нагрузок, в поле **История** установите курсор мыши на первый номер истории нагружений (рис.7.24).
- Затем в поле ввода **Ползучесть** через пробел задайте количество дней равные **365** и **730** (по прошествии этих дней при расчете будет учитываться влияние ползучести бетона).
- Чтобы учесть ползучесть бетона для второй последовательности приложения нагрузок, в поле **История** установите курсор мыши на второй номер истории нагружений.
- Затем в поле ввода **Ползучесть** через пробел задайте количество дней равные **365** и **730** (по прошествии этих дней при расчете будет учитываться влияние ползучести бетона).

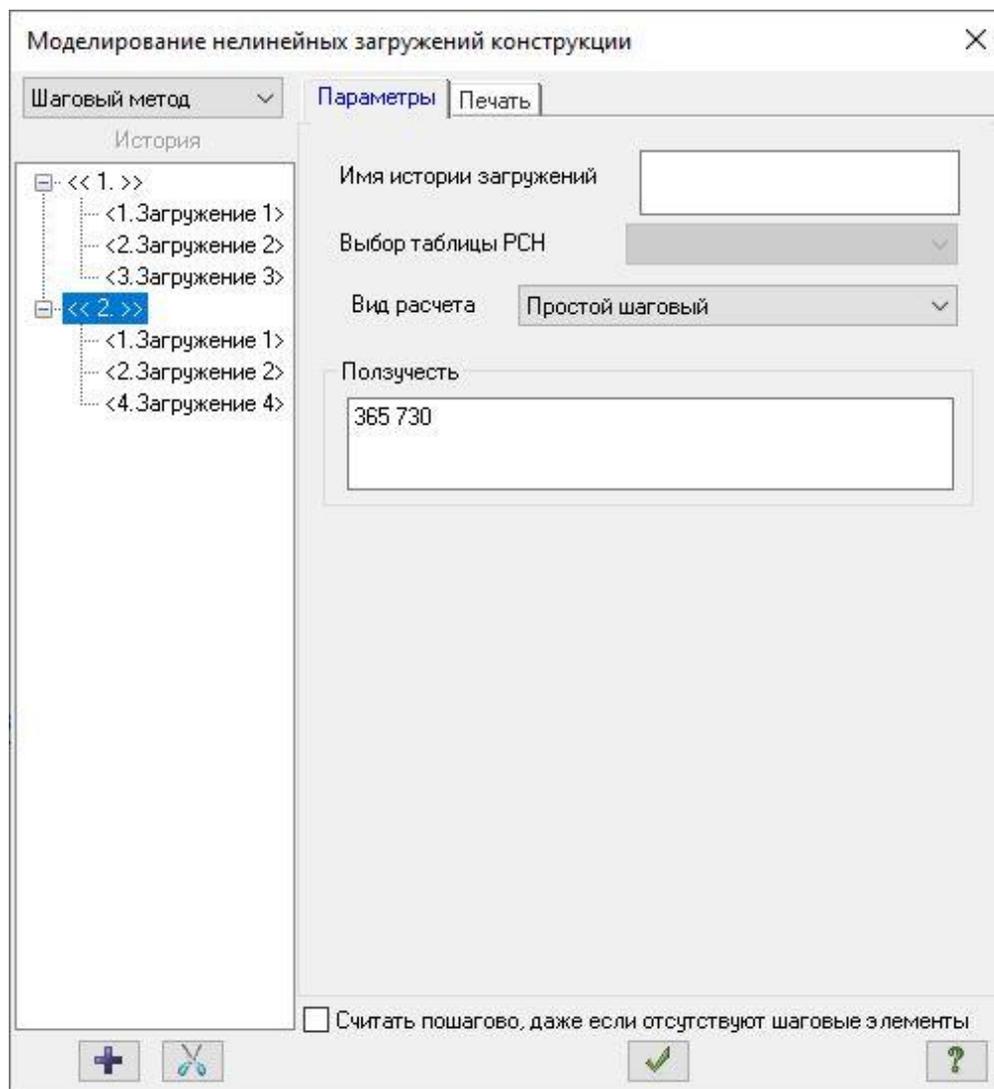


Рис.7.24. Диалоговое окно **Моделирование нелинейных нагружений конструкции**

- Для ввода данных щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

Этап 7. Физически нелинейный расчет балки

- Запустите задачу на расчет щелчком по кнопке  – **Выполнить полный расчет** (панель **Расчет** на вкладке **Расчет**).

Этап 8. Просмотр и анализ результатов расчета



После расчета задачи, просмотр и анализ результатов физически нелинейного расчета осуществляется на вкладках **Анализ** и **Расширенный анализ**.

- В режиме просмотра результатов расчета по умолчанию расчетная схема отображается с учетом перемещений узлов (рис.7.25). Для отображения схемы без учета перемещений узлов щелкните по

кнопке  – **Исходная схема** (панель **Деформации** на вкладке **Анализ**).

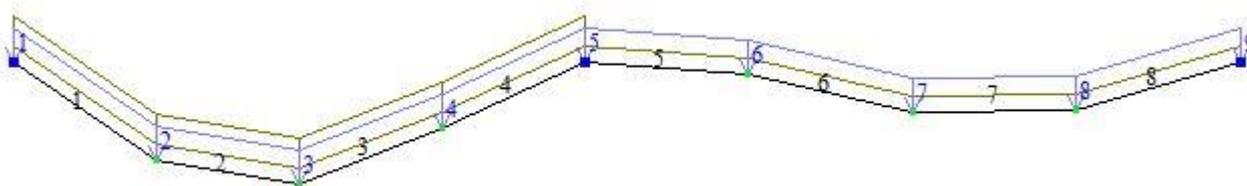


Рис.7.25. Расчетная схема с учетом перемещений узлов

Отключение отображения номеров узлов и нагрузок на расчетной схеме

- В диалоговом окне **Показать** при активной закладке **Узлы** снимите флажок **Номера узлов**.
- Далее перейдите на закладку **Общие** и снимите флажок **Нагрузки**.
- Щелкните по кнопке  – **Перерисовать**.

Вывод на экран эпюр внутренних усилий

- Выведите на экран эпюру **М_y** (рис.7.26) щелчком по кнопке  – **Эпюры М_y** (панель **Усилия в стержнях** на вкладке **Анализ**).

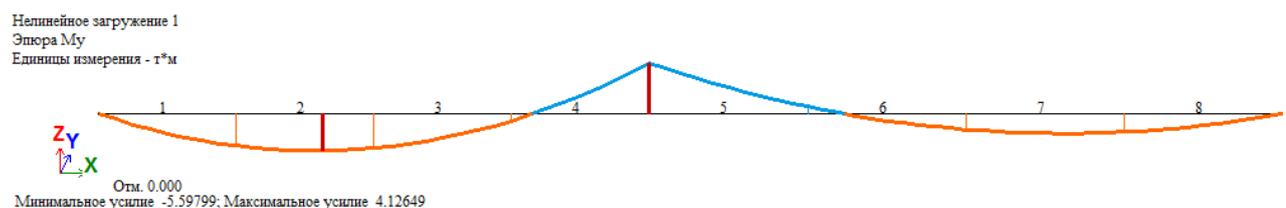


Рис.7.26. Эпюры изгибающих моментов М_y

- Для вывода эпюры **Q_z** (рис.7.27), щелкните по кнопке  – **Эпюры поперечных сил Q_z** (панель **Усилия в стержнях** на вкладке **Анализ**).

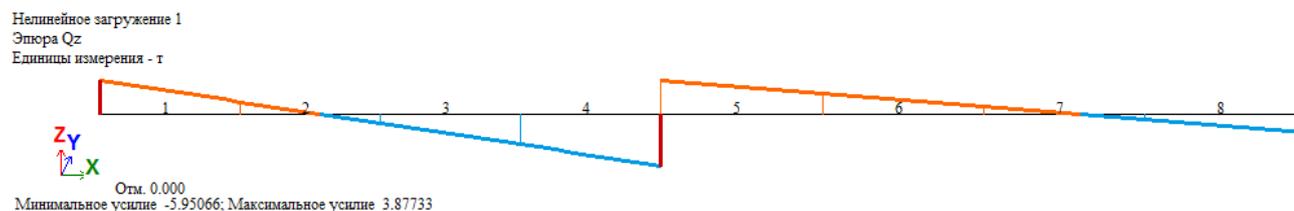


Рис.7.27. Эпюры поперечных сил Q_z

- Чтобы вывести мозаику усилия M_u , выберите команду  – Мозаика усилий в стержнях в раскрывающемся списке **Эпюры/мозаика** и после этого щелкните по кнопке  – Мозаика M_u (панель **Усилия в стержнях** на вкладке **Анализ**).

Смена номера текущего нагружения

- В строке состояния (находится в нижней области рабочего окна) в раскрывающемся списке **Сменить номер нагружения** выберите строку **2. Нелинейное нагружение** и щелкните по кнопке  – **Применить**.

Смена номера периода учета ползучести бетона

- В строке состояния в раскрывающемся списке **Номер формы (составляющей, периода)** выберите строку соответствующую первому периоду учета ползучести бетона (**1**) и щелкните по кнопке  – **Применить**.

Вывод на экран промежуточных результатов расчета

- Для вывода на экран результатов расчета при приложении 20% нагрузки от первого нагружения в раскрывающемся списке **Номер формы (составляющей, периода)** выберите строку **1 (20%)** и щелкните по кнопке  – **Применить**.



Для автоматического переключения на результаты расчета от нелинейной комбинации

загружений или промежуточных результатов расчета нужно щелкнуть по кнопке  – **Применять текущий номер нагружения автоматически**. При этом для переключения на

следующее нагружение или период можно воспользоваться кнопкой  – **Следующее** возле списка **Сменить номер нагружения** или возле списка **Номер формы (составляющей, периода)**.

Просмотр результатов по трещинам в стержневых элементах

- В строке состояния в раскрывающемся списке **Номер формы (составляющей, периода)** переключитесь на строку соответствующую нулевому периоду учета ползучести бетона (**0**).
- Чтобы переключиться на просмотр результатов по трещинам в стержневых элементах, выберите

команду  – **Трещины в стержнях** в раскрывающемся списке **Пластины/стержни** (панель **Разрушение** на вкладке **Расширенный анализ**).

- Для вывода на экран глубины раскрытия трещин щелкните по кнопке  – **Глубина раскрытия трещин (стержни)** (панель **Разрушение** на вкладке **Расширенный анализ**).

- Для вывода на экран ширины раскрытия трещин щелкните по кнопке  – **Ширина раскрытия** (панель **Разрушение** на вкладке **Расширенный анализ**).

- Для просмотра информации о трещинах в одном из элементов, щелкните по кнопке  – **Информация об узле или элементе** на панели инструментов **Панель выбора** и укажите курсором, например, на элемент №7.

- В появившемся диалоговом окне **Информация об элементе** (рис.7.28) для отображения характеристик сечения с трещинами установите флажок **Трещины**.

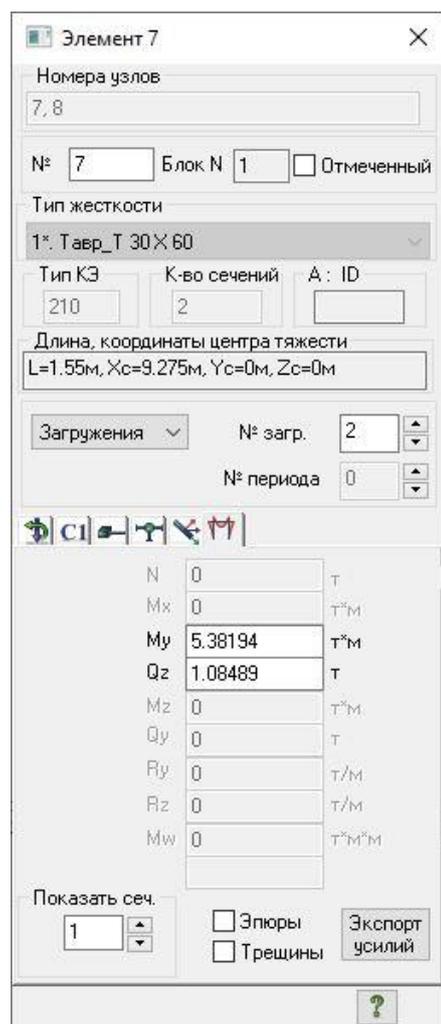


Рис.7.28. Диалоговое окно **Информация об элементе №7**

- Чтобы переключиться на просмотр результатов для второго сечения переключите счетчик **Показать сеч.** на номер **2**.
- Для **изменения периода учета ползучести бетона** переключите счетчик **№ периода** (после переключения со второго периода вверх появляется возможность переключения на промежуточные результаты).
- Для переключения на другое нелинейное нагружение переключите счетчик **№ загр.**

На рис.7.29 приведены промежуточные результаты состояния сечения с трещинами для первого сечения элемента **№8 второго** нелинейного нагружения (второй последовательности приложения нагрузок) при приложении **76.67%** нагрузки от четвертого нагружения.

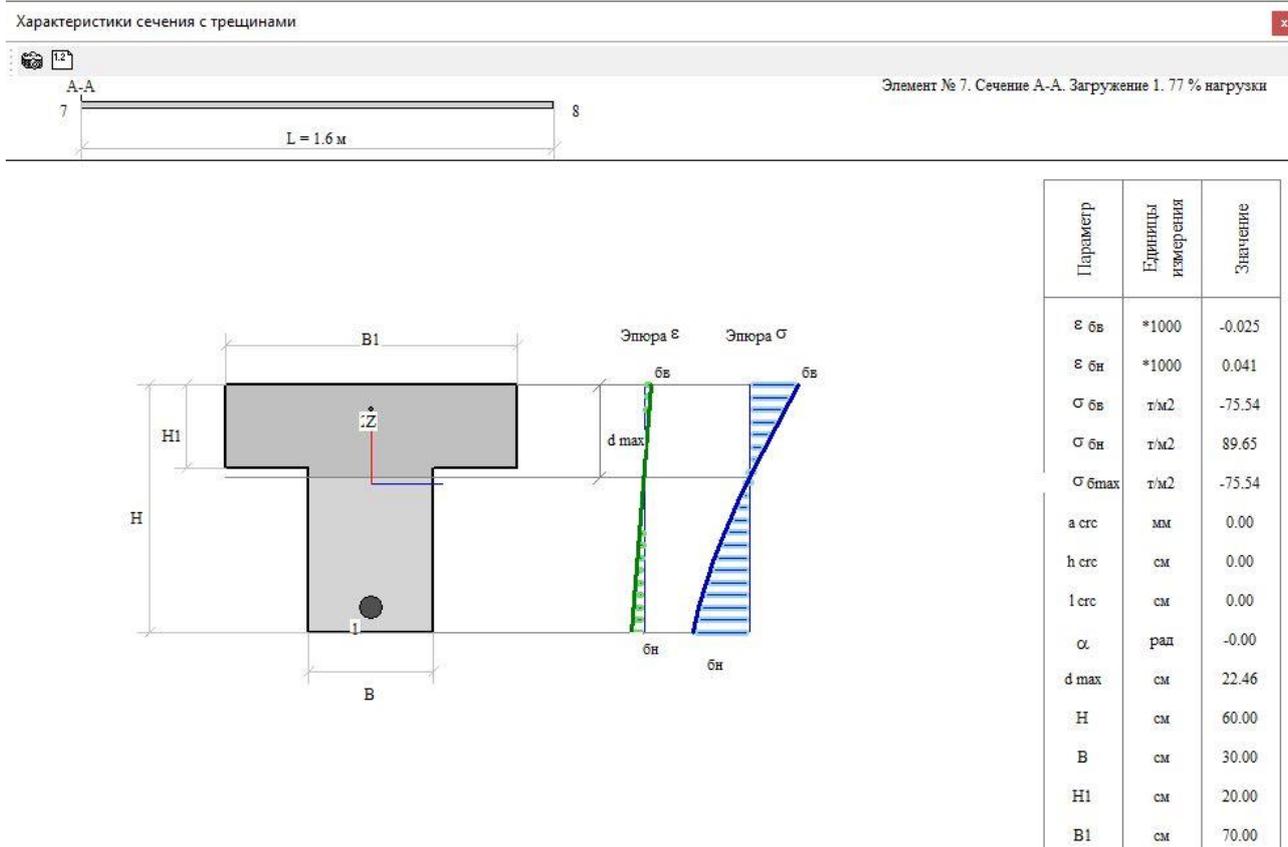


Рис.7.29. Диалоговое окно Характеристики сечения с трещинами