

РАСЧЁТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЧЕНИЙ ГЛАВНЫХ БАЛОК РАЗНЫХ ТИПОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SMATH

*Колесник В.М., Нагорный Д.Р., А-15т1-18, ХНАДУ,
Руководитель ст.преп. каф. МКБМ Лысяков И.Н.*

Цель работы: проведение расчёта с использованием математической системы Smath Studio Desktop и модернизации учебного процесса.

В последнее время появилась возможность преодолеть трудности с использованием системы MathCAD - лицензионной, дорогой программы, заменив её на бесплатный аналог – Smath Studio Desktop (далее Smath).

Система Smath имеет удобные инструменты для построения графиков, а также позволяет с помощью библиотеки функций и элементов встроенного программирования сравнительно легко решить любую задачу по сопротивлению материалов и строительной механике, а также оформить результаты в наглядном виде, затратив меньше времени.

В данной работе предлагаем следующее:

1. Разработана программа для расчёта момента инерции поперечного сечения главной балки в виде Smath -программы.
2. Проведено апробирование и тестирование разработанной программы для расчёта сечений разных типов.

Содержание рассматриваемой задачи.

Целью данной работы, является расчёт осевого момента инерции поперечного сечения главной балки пролетного строения с использованием Smath. Осевой момент инерции поперечного сечения является одной из основных характеристик для выполнения расчетов пролетных строений при использовании пространственных методов [1,2].

Объектом расчёта являются бетонная балка со стальным армированием (рис.1).

б) высоту ребра балки $h_2 = h - h_1 - h_3$.

Проводим контроль равенства площадей фактического и приведенного сечений без армирования.

Затем определяем площадь, статический момент относительно нижней грани приведенного поперечного сечения с учетом арматуры, применяя коэффициент редукции n_1 .

$$n_1 = \frac{E_p}{E_b},$$

где E_p - модуль упругости предварительно напряженной арматуры;

E_b - модуль упругости бетона.

После этого определяем расстояние от центра тяжести сечения до нижней и верхней граней сечения

$$y_{\text{нг}} = \frac{S_{\text{нг}}}{A_{\text{np}}}; \quad y_{\text{вг}} = h - y_{\text{нг}},$$

где $S_{\text{нг}}$ - статический момент относительно нижней грани приведенного поперечного сечения с учетом арматуры;

A_{np} - площадь приведенного поперечного сечения с учетом арматуры.

Для определения момента инерции приведенного сечения относительно оси, проходящей через центр тяжести, вначале определяем момент инерции пучков арматуры относительно центра тяжести девяти пучков арматуры, учитывая расстояние между рядами пучков арматуры. Затем определяем момент инерции относительно центра тяжести приведенного поперечного сечения с учетом арматуры, применяя коэффициент редукции n_1 . Для второго типа сечения взято из [3]. Переключение для различных типов сечений производится с помощью параметра ii (рис.3).

По приведенному алгоритму разработана программа в виде Smath -программы. Далее на рис.3 и 4 представлены фрагменты Smath – программы:

Рис.3 – Блок расчета;

Рис.4 – Блок задания исходных для расчета, результаты расчета и рисунки фактического и приведенного сечения (тип-1);

Рис.5 – Блок задания исходных для расчета, результаты расчета и рисунки фактического и приведенного сечения (тип-2).

□-Расчет

```

ii := 1
if ii = 1
  a1 := h1_1 · (b1p - b2) + h1_2 · (0,5 · (b1 + b1_1) - b2) + h1_3 · (0,5 · (b2 + b1_1) - b2)
  a3 := h3_1 · (0,5 · (b2 + b3_1) - b2) + h3_2 · (0,5 · (b3_2 + b3_1) - b2)
else
  a1 := h1_1 · (b1p - b2) + 2 · r2 · (1 - 0,25 · n)
  a3 := 0,25 · (b3_1 - b2)2 + 0,5 · h3_2 · ((b3_2 - b2) + (b3_1 - b2))

h1 :=  $\frac{a1}{b1p - b2}$  h1 = 22,82
if b3 = b2
  h3 :=  $\frac{a3}{b3}$ 
else
  h3 :=  $\frac{a3}{b3 - b2}$ 
h3 = 37,5

A1 := a1 + b2 · (h1_1 + h1_2 + h1_3) = 4058
h1_1 := h1_1
A1_ := h1 · b1p = 3879,09
A3 := a3 + b2 · (h3_1 + h3_2) = 1470
A3_ := h3 · b3_ = 1350

h2 := h - h1 - h3 = 121,682
A2_ := h2 · b2 = 1946,91
h2 = 121,68

```

□-Проверка

```

h = 182
h_1 := hp + h1_2 + h1_3 = 34
A2 := h2_ · b2 = 1648
h_2 := h2_ = 103
A1_ + A2_ + A3_ = 7176
h_1 + h2 + h3 = 182
A1 + A2 + A3 = 7176
h_3 := h3_1 + h3_2 = 45
h_1 + h_2 + h_3 = 182

```

```

Ap := np · na ·  $\frac{n \cdot da^2}{4}$  = 42,41
Ar := A1_ + A2_ + A3_ + n1 · Ap = 7377,031
Ar = 7377,031
Sr := A1_ · (h - 0,5 · h1) + A2_ · (h3 + 0,5 · h2) + A3_ · 0,5 · h3 + n1 · Ap · ya = 8,821 · 105
Sr = 882129,5
унг :=  $\frac{Sr}{Ar}$  = 119,58
унг = 119,58
увг := h - унг = 62,42
увг = 62,42
Jr1 :=  $\frac{b1 \cdot h1^3}{12} + (увг - 0,5 \cdot h1)^2 \cdot A1_ = 1,026 \cdot 10^7$ 
Jr2 :=  $\frac{b2 \cdot h2^3}{12} + (унг - 0,5 \cdot h2 - h3)^2 \cdot A2_ = 3,28 \cdot 10^6$ 
Jr3 :=  $\frac{b3 \cdot h3^3}{12} + (унг - 0,5 \cdot h3)^2 \cdot A3_ = 1,388 \cdot 10^7$ 
Jra := (унг - ya)2 · Ap = 4,376 · 105
Jr := Jr1 + Jr2 + Jr3 + n1 · Jra = 2,95 · 107
Jr = 2,949 · 107

```

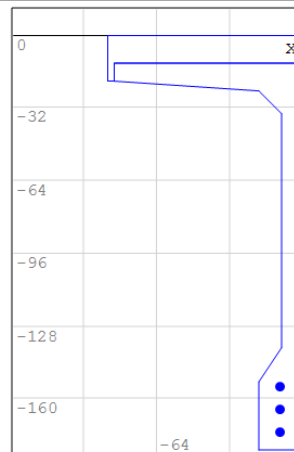
Рис. 3 – Блок расчета

Фрагмент программы с графическими процедурами из-за громоздкости не приводится.

Геометрические характеристики для главных балок (методичка)

Ввод данных

$d = 170$ - расстояние между осями гл. балок, в см;
 $hp = 20$ - толщина плиты, в см;
 $h = 182$ - высота сечения, в см;
 $b1 = 163$ - ширина верхней части сечения, в см;
 $b2 = 16$ - ширина средней части сечения, в см;
 $b3 = 36$ - ширина нижней части сечения, в см;
 $b1_1 = 36$ - горизонтальные размеры для верхней части сечения, в см;
 $h1_1 = 20$
 $h1_2 = 4$ - вертикальные размеры для верхней части сечения, в см;
 $h1_3 = 10$
 $b3_1 = 36$
 $b3_2 = 36$ - горизонтальные размеры для нижней части сечения, в см;
 $h3_1 = 15$ - вертикальные размеры для нижней части сечения, в см;
 $h3_2 = 30$
 $n1 = 4,74$ - редуцированный коэффициент ($E_b = 36000 \text{ МПа}$, $E_p = 196000 \text{ МПа}$);
 $pr = 9$ - количество пучков арматуры;
 $na = 24$ - количество арматуры в пучке; $ha = 10$ - расстояние между рядами;
 $da = 0,5$ - диаметр арматуры, в см; $ha_ := 8$ - расстояние до нижнего ряда;
 $ya = 18$ - расстояние от цт пучков арматуры до нижней грани сечения, в см;
 $r = 30$ - радиус галтели сечения (верх), в см;
 $r1 = 20$ - радиус галтели сечения (низ), в см;
 $h_r1 = 31,3$ - вертикальный размер галтели сечения (низ), в см;



Расчет

$h = 182$ $h1 = 22,82$ $h2 = 121,68$ $h3 = 37,5$
 $hp = 20$ $b1p = 170$ $b2 = 16$ $b3_ = 36$
 $h1_1 = 8$

$Jr = 2,949 \cdot 10^7$
 $y_{nr} = 119,58$

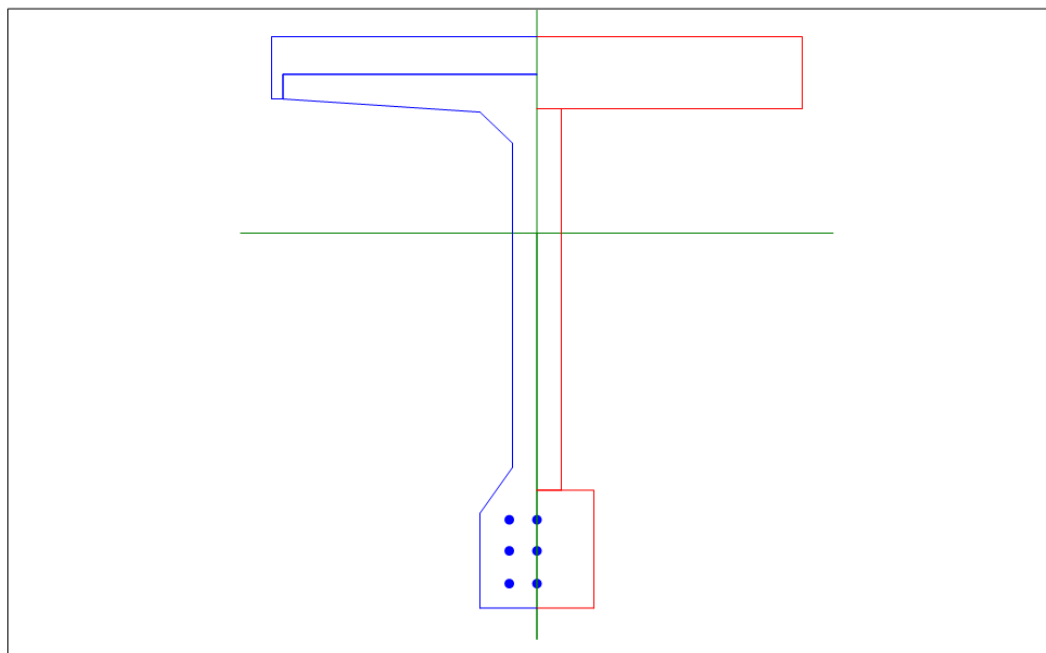
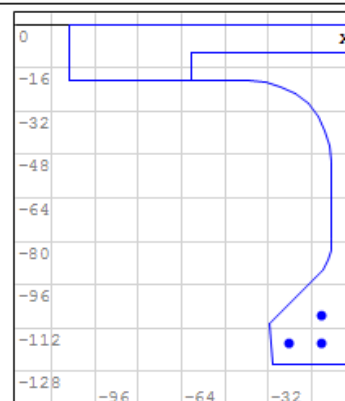


Рис.4 – Блок задания исходных для расчета, результаты расчета и рисунки фактического и приведенного сечения (тип-1)

Геометрические характеристики для главных балок (методичка)



$d = 210$ - расстояние между осями гл. балок, в см;
 $h_p = 20$ - толщина плиты, в см;
 $h = 125$ - высота сечения, в см;
 $b_1 = 120$ - ширина верхней части сечения, в см;
 $b_2 = 16$ - ширина средней части сечения, в см;
 $b_3 = 62$ - ширина нижней части сечения, в см;
 $b_{1_1} = 76$ - горизонтальные размеры для верхней части сечения, в см;
 $h_{1_1} = 20$
 $h_{1_2} = 0$ - вертикальные размеры для верхней части сечения, в см;
 $h_{1_3} = 30$
 $b_{3_1} = 62$
 $b_{3_2} = 59$ - горизонтальные размеры для нижней части сечения, в см;
 $h_{3_1} = 23$ - вертикальные размеры для нижней части сечения, в см;
 $h_{3_2} = 15$
 $n_1 = 5,44$ - редуцированный коэффициент ($E_b = 36000 \text{ МПа}$, $E_p = 196000 \text{ МПа}$);
 $n_p = 11$ - количество пучков арматуры;
 $n_a = 24$ - количество арматуры в пучке; $h_a = 10$ - расстояние между рядами;
 $d_a = 0,5$ - диаметр арматуры, в см; $h_{a_} = 8$ - расстояние до нижнего ряда;
 $y_a = 18,91$ - расстояние от цт пучков арматуры до нижней грани сечения, в см;
 $r = 30$ - радиус галтели сечения (верх), в см;
 $r_1 = 20$ - радиус галтели сечения (низ), в см;
 $h_{r1} = 31,3$ - вертикальный размер галтели сечения (низ), в см;



$h = 125$ $h_1 = 21,99$ $h_2 = 76,12$ $h_3 = 26,89$
 $h_p = 20$ $b_{1p} = 210$ $b_2 = 16$ $b_{3_} = 60,5$
 $h_{1_1} = 10$

$J_x = 1,465 \cdot 10^7$
 $УНГ = 81,71$

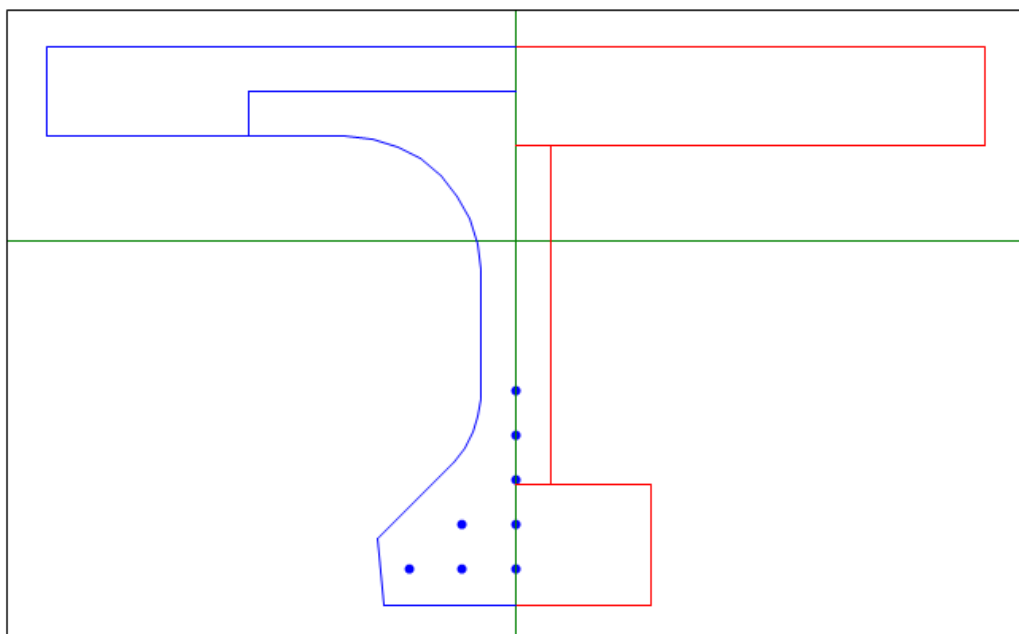


Рис.5 – Блок задания исходных для расчета, результаты расчета и рисунки фактического и приведенного сечения (тип-2)

Выводы: Данная программы и методика решения позволяют сократить время на выполнения расчета для различных типовых

проектов и облегчить проверку правильности решения, однако требует освоения некоторых приёмов для работы в системе Smath Studio Desktop.

Литература

1. Семенец Л.В. Пространственные расчеты плитных мостов. – Киев: Вища школа, 1976. – 164 с.

2. Кожушко В.П. Моделювання прольотних мостів. – Харків: ХНАДУ, 2010. – 196 с.

3. Краснов С.М., Кожушко В.П., Бугаєвський С.О., Безбабічева О.І. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни «Мости і споруди на автодорогах» (розділ «Розрахунок прольотної будови») – Харків: ХНАДУ, 2010. – 80 с.

ИСКУССТВЕННОЕ УКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ

Слюср М. , ДМ-31, ХНАДУ

Руководитель доц. каф МКиСМ Бережная Е.В.

Закрепление грунтов получило распространение в строительной сфере. С помощью данного процесса строят промышленные и жилые здания, а также подземные, дорожные, горные гидротехнические сооружения.

Искусственное закрепление грунтов применяется в сложных геологических и гидрогеологических условиях с целью создания водонепроницаемых ограждений при отрывке котлованов и траншей, при строительстве промышленных и гражданских зданий на просадочных грунтах, для укрепления откосов выемок дорог, в качестве противооползневых мероприятий, при проходке горных выработок, создании противодиффузионных завес в основании гидротехнических сооружений, для защиты бетонных сооружений (фундаментов) от воздействия агрессивных промышленных вод, для увеличения несущей способности свай и опор большого диаметра и т. д. а также для укрепления оснований фундаментов, дорожных и аэродромных покрытий.

В строительстве применяется глубинное (на несколько метров) и поверхностное (на глубине менее 1 м) закрепление грунта. При поверхностном закреплении грунт рыхлится вспашкой или другим способом, перемешивается с вяжущим и затем