



Томский государственный архитектурно-строительный университет

Кафедра
«Железобетонные и каменные конструкции»

Дисциплина
«ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ»

Часть I
Курс лекций

Тема 3. Расчет железобетонных изгибаемых элементов по прочности

Лекция 9.

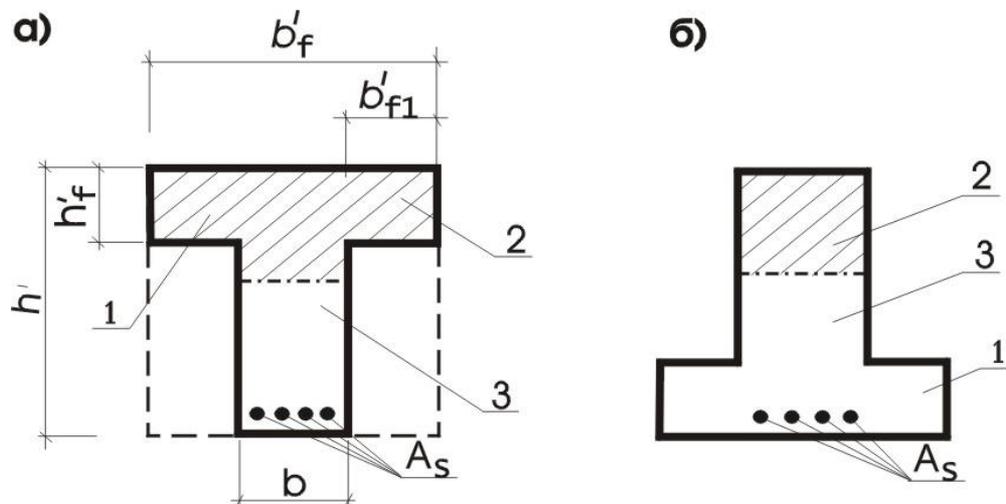
Расчет прочности изгибаемых элементов таврового профиля

Составитель: В. В. Родевич

Вопросы:

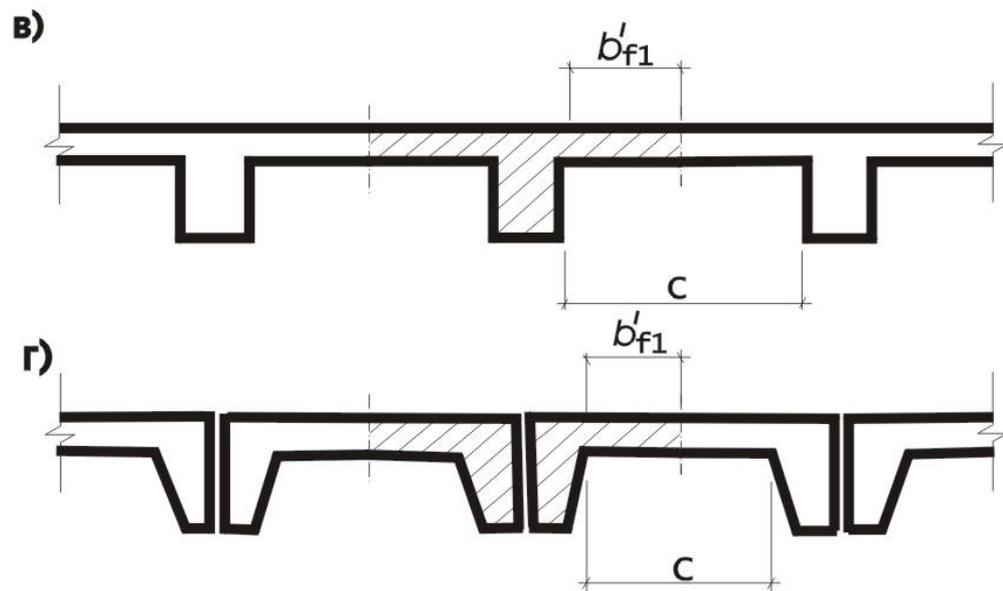
1. Общие сведения о расчете элементов таврового профиля
2. Расчет элементов таврового профиля, когда нейтральная ось проходит в полке
3. Расчет элементов таврового профиля, когда нейтральная ось пересекает ребро
4. Определение положения нейтральной оси
5. Элементы двутаврового и коробчатого сечений

1. Общие сведения о расчете элементов таврового профиля



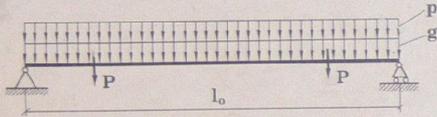
Тавровые сечения:

- а – балка с полкой в сжатой зоне;
- б – то же в растянутой зоне;
- в – тавровое сечение в составе монолитного перекрытия;
- г – то же в составе сборного перекрытия;
- 1 – полка;
- 2 – сжатая зона;
- 3 – ребро



СТРОПИЛЬНЫЕ ОДНОСКАТНЫЕ БАЛКИ

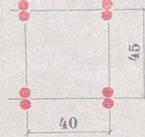
РАСЧЕТНАЯ СХЕМА



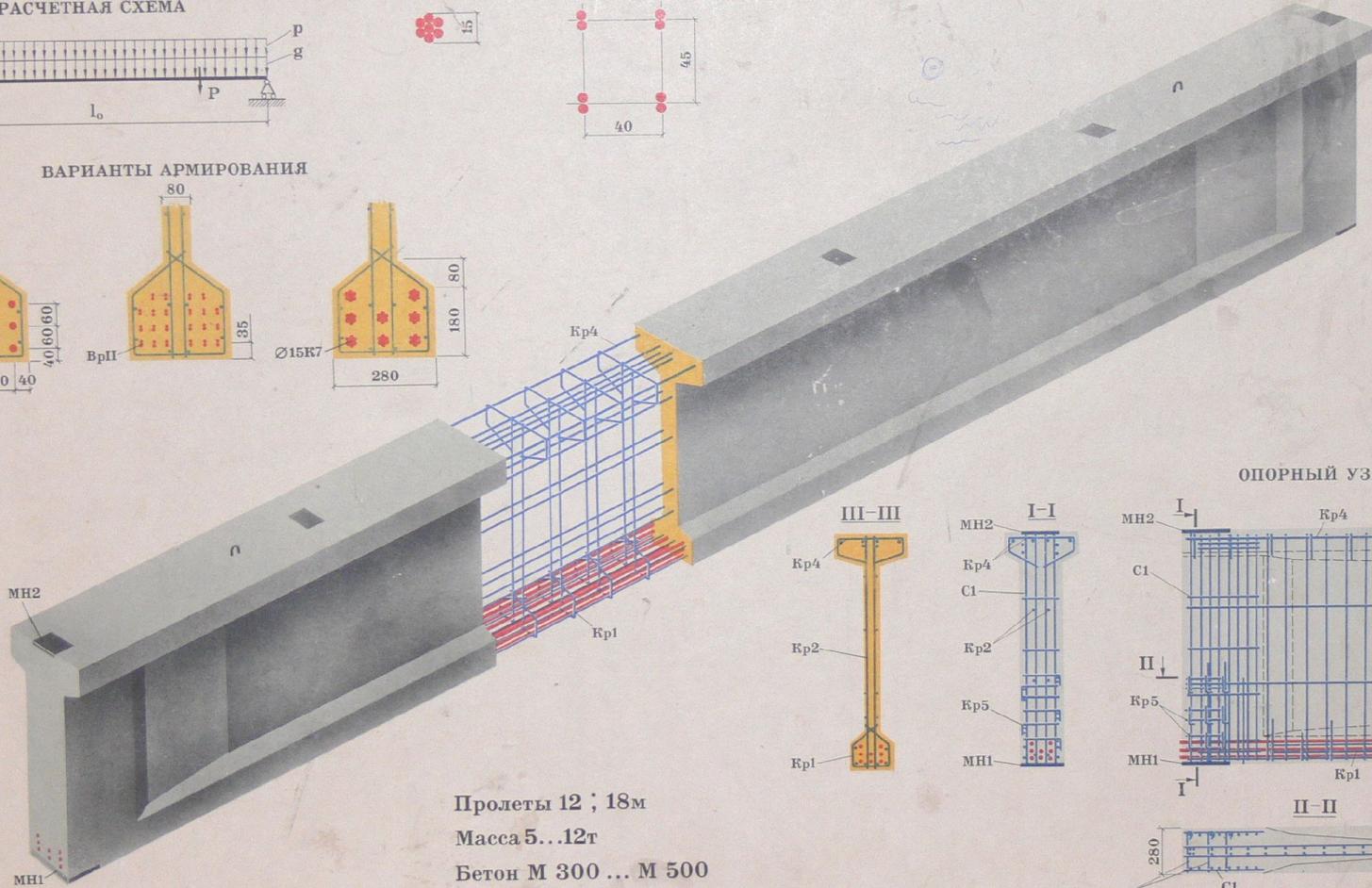
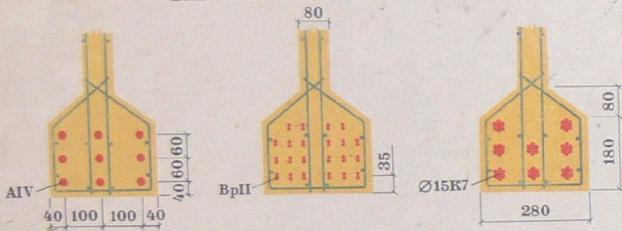
Ø15K7



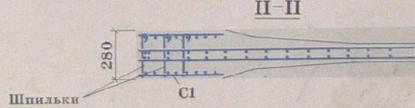
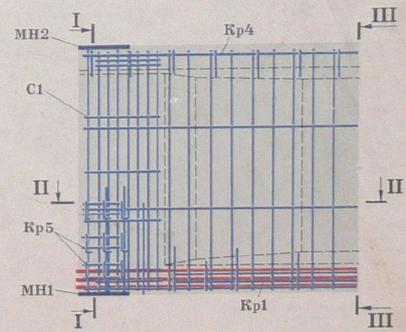
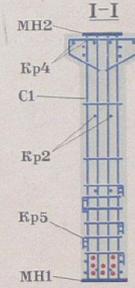
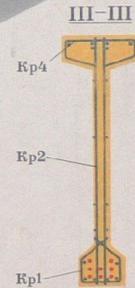
ВрII



ВАРИАНТЫ АРМИРОВАНИЯ

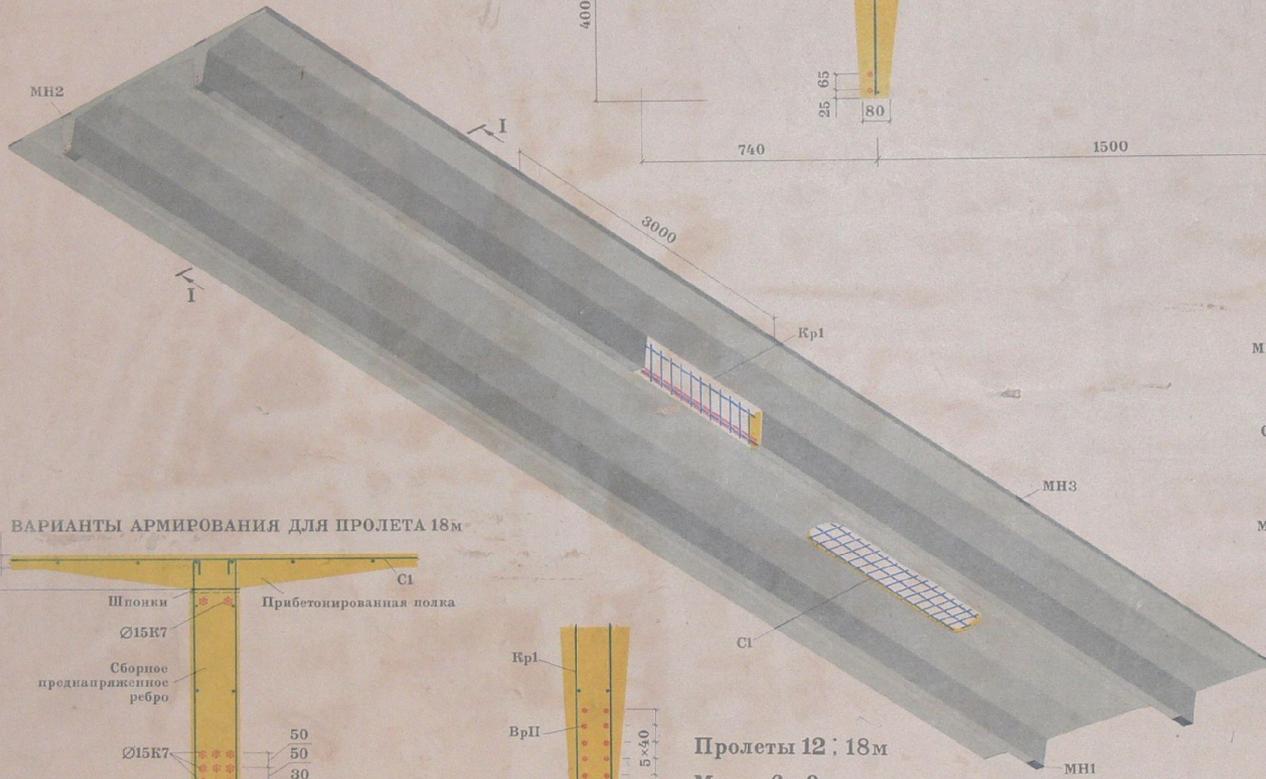
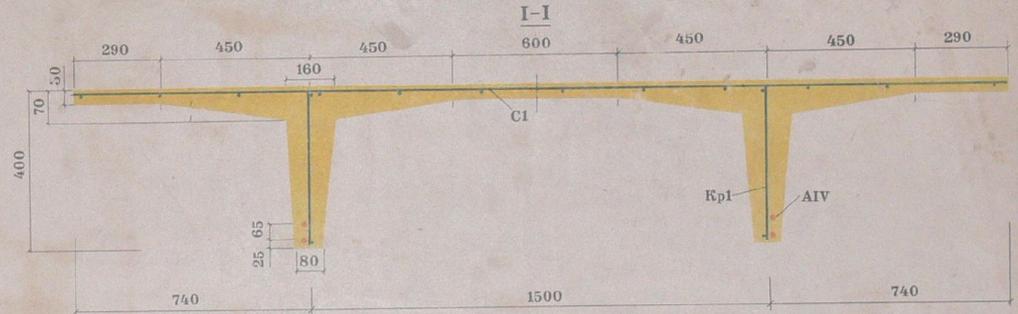
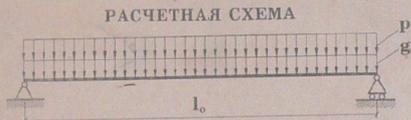


ОПОРНЫЙ УЗЕЛ

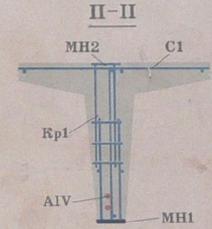
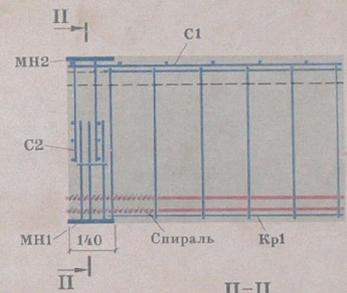


Пролеты 12 ; 18м
 Масса 5...12т
 Бетон М 300 ... М 500

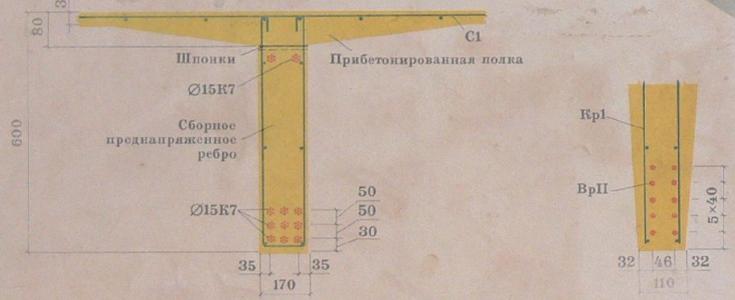
ПЛИТЫ ПОКРЫТИЙ „ДВОЙНОЕ Т“



ОПОРНЫЙ УЗЕЛ



ВАРИАНТЫ АРМИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЛЕТА 18м



Пролеты 12 : 18м
 Масса 6...9т
 Бетон М 400 ... М 500

$$h_f' < 0,1h = 6h_f'$$

Ширина полки b_f' таврового сечения при расчетах принимается равной:

Значение , вводимое в расчет, принимают из условия, что ширина свеса полки в каждую сторону от ребра должна быть не более $1/6$ пролета элемента

- $b_f' \leq (1/6(L)+b)$
(L) - пролет элемента

и не более

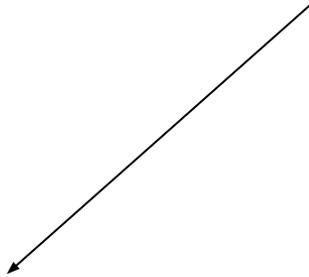
А) при наличии поперечных ребер или при $l \leq 1/2$ расстояния в свету между продольными ребрами;

Б) при отсутствии поперечных ребер (или при расстояниях между ними больших, чем расстояния между продольными ребрами) и ;
 $h_f' < 0,1h - 6 h_f'$

При консольных свесах полок:

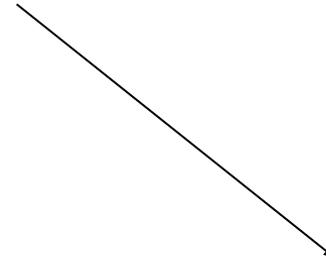
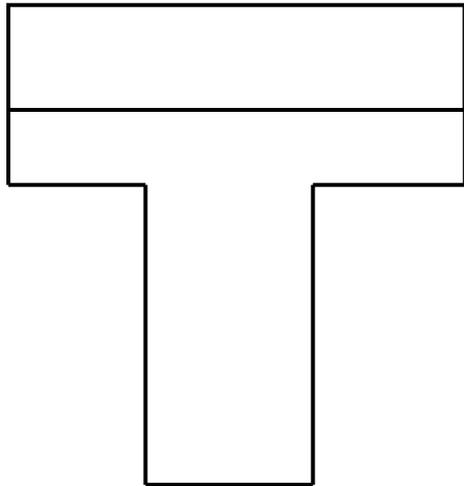
- при $h_f' > 0,1h$ - $b_f' = 6h_f' + b$
- при $0,1h > h_f' \geq 0,05h$ - $b_f' = 3h_f' + b$
- $h_f' < 0,05h$ свесы полок в расчете не учитываются

2 случая расчета элементов таврового профиля



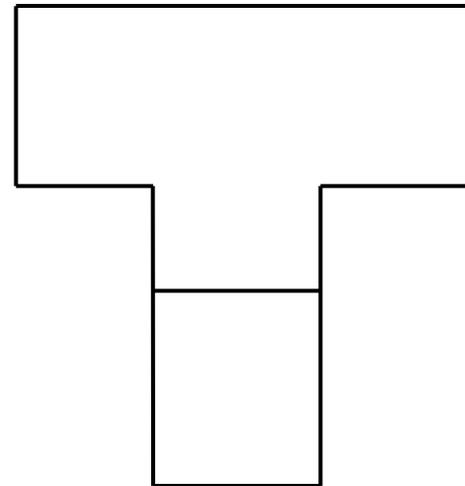
случай 1

Н.о. проходит в полке



случай 2

Н.о. проходит в ребре



2. Расчет элементов таврового профиля, когда нейтральная ось проходит в полке

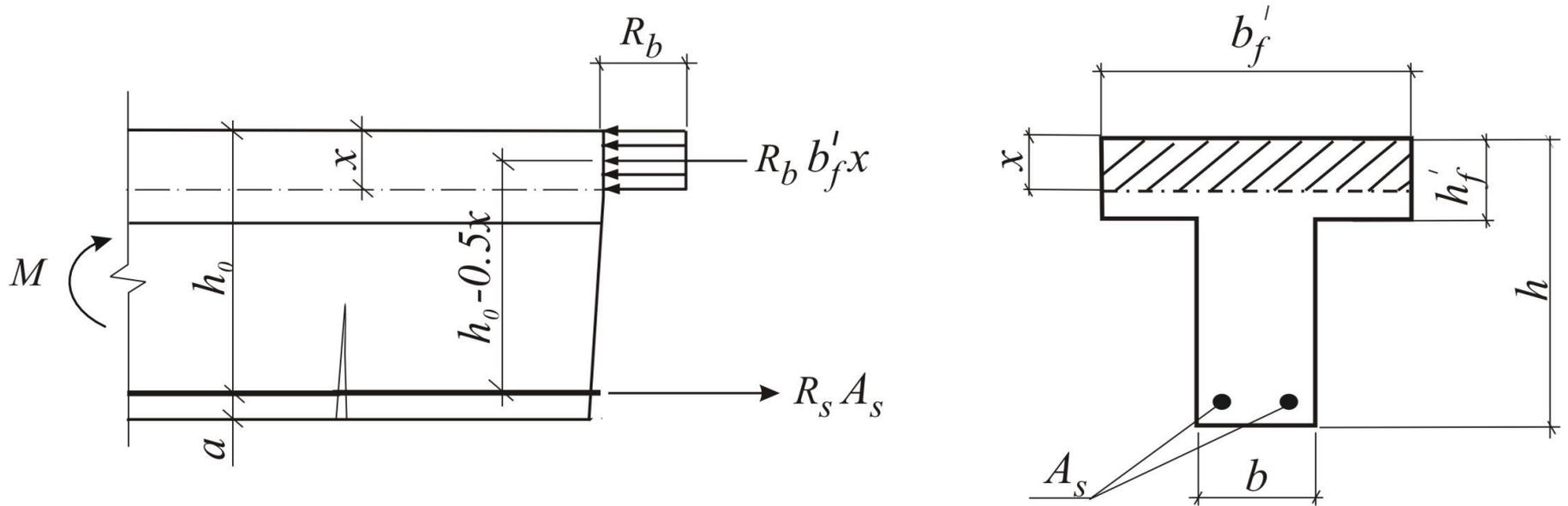


Схема внутренних усилий изгибаемого элемента таврового сечения, когда нейтральная ось проходит в полке

Условие прочности

$$M \leq M_u = R_b b'_f x (h_0 - 0.5x),$$

Высота сжатой зоны определяется из выражения

$$R_b b'_f x - R_s A_s = 0,$$

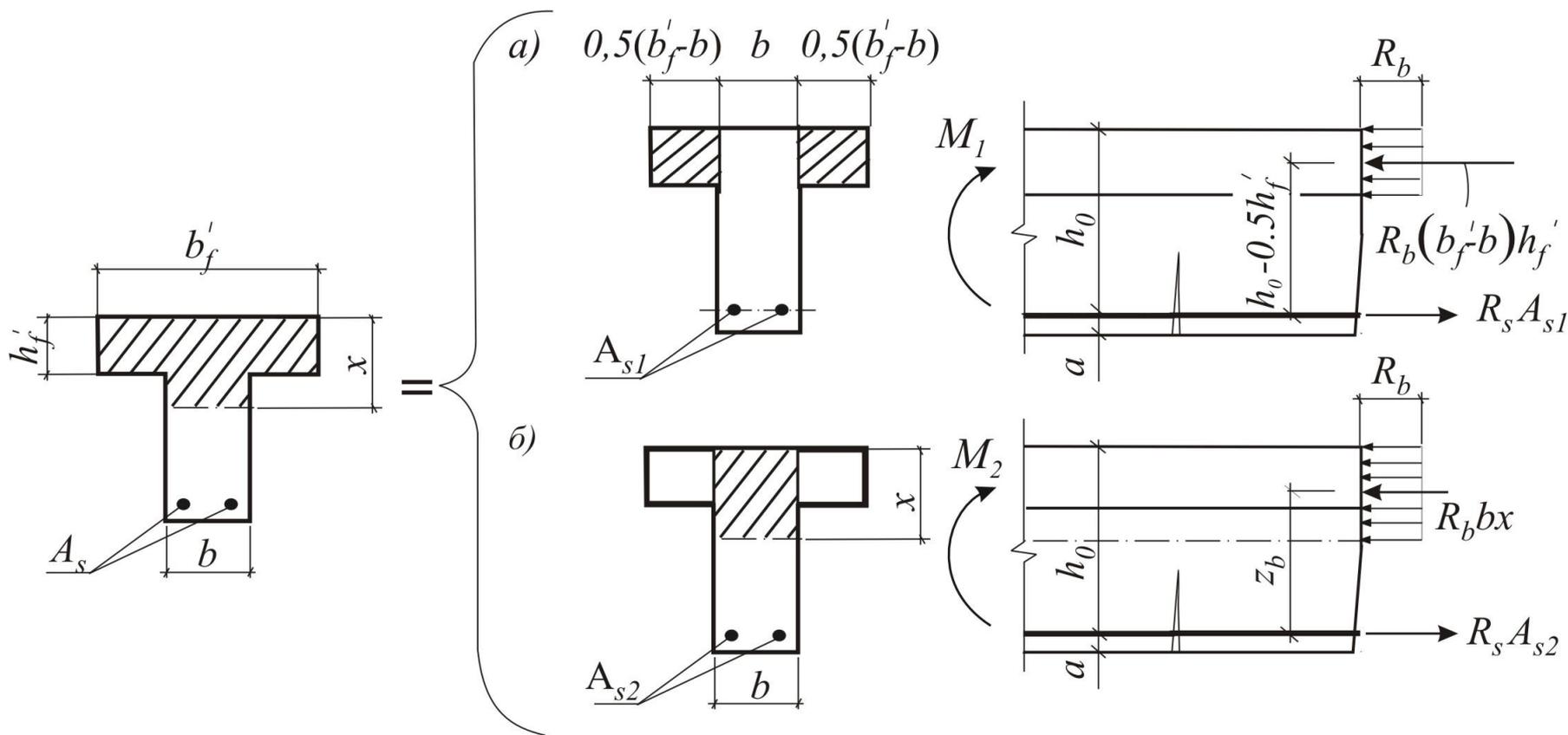
откуда

$$x = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b'_f}$$

Заменяя x на $h_0 \cdot \xi$, получим уравнение

$$R_b b'_f h_0 \cdot \xi - R_s A_s = 0$$

3. Расчет элементов таврового профиля, когда нейтральная ось проходит в ребре



а) – расчетная схема для сжатых свесов полки;

б) – расчетная схема для сжатого ребра

Условие прочности:

$$M \leq M_u = M_1 + M_2 = \\ = R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0,5 h'_f) + R_b b x (h_0 - 0,5 x)$$

Высота сжатой зоны определяется из уравнения равновесия

$$\sum N_x = 0 \quad \text{при} \quad A_s = A_{s1} + A_{s2} \\ \text{этом} \\ 0 \quad R_b (b'_f - b) h'_f + R_b b x - R_s A_s =$$

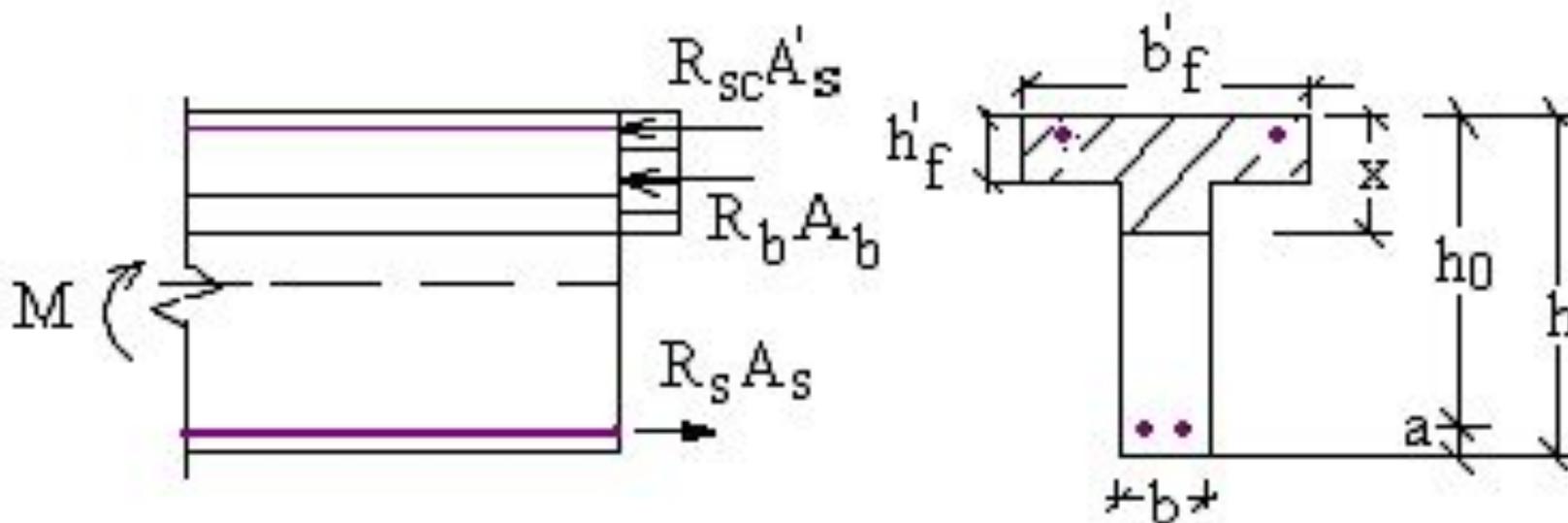
Используя
соотношение

$$x = \xi \cdot h_0$$

$$M \leq M_u = R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0.5 h'_f) + \alpha_m R_b b$$

$$R_b (b'_f - b) h'_f + R_b b \xi h_0 - R_s A_s = 0$$

4. Определение положения нейтральной оси



К определению положения нейтральной оси

$$\sum N_x = 0 \quad R_s A_s \leq R_b b'_f h'_f + R_{sc} A'_s$$

Если условие выполняется,
то нейтральная ось проходит в полке,
иначе – пересекает ребро.

$$x = \frac{R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s - R_b (b'_f - b) \cdot h'_f}{R_b \cdot b}$$

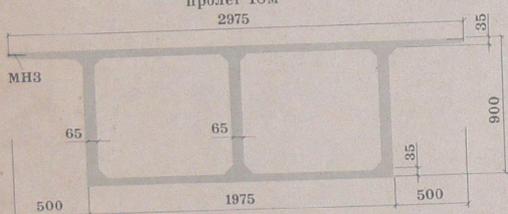
5. Элементы двутаврового и коробчатого сечений

КОРОБЧАТЫЕ НАСТИЛЫ

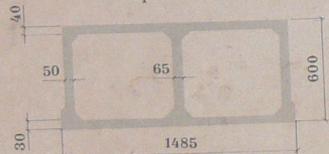
СЕЧЕНИЯ НАСТИЛОВ

пролет 18м

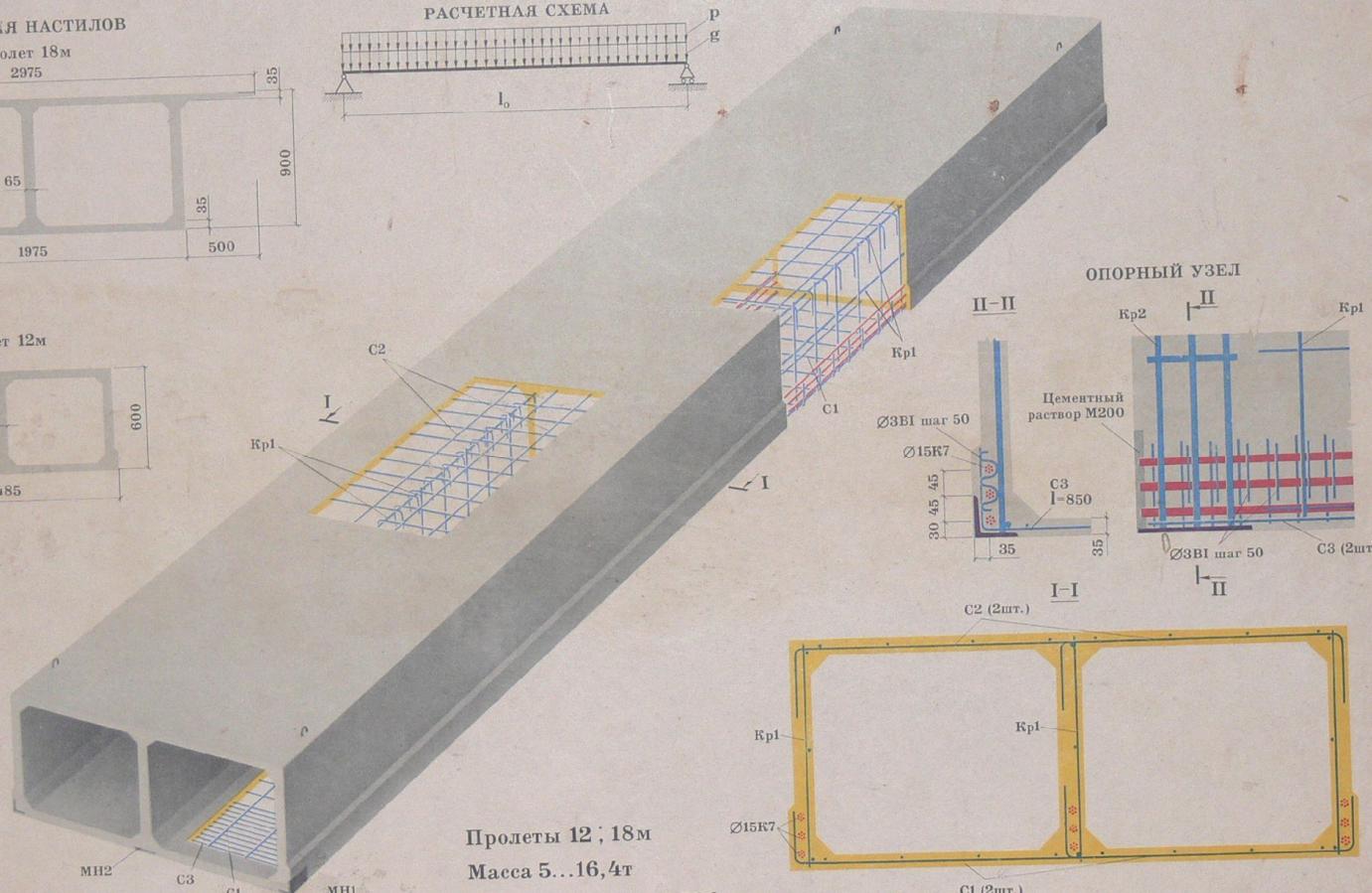
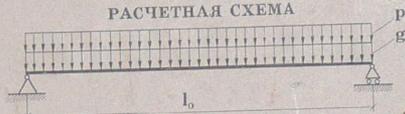
2975



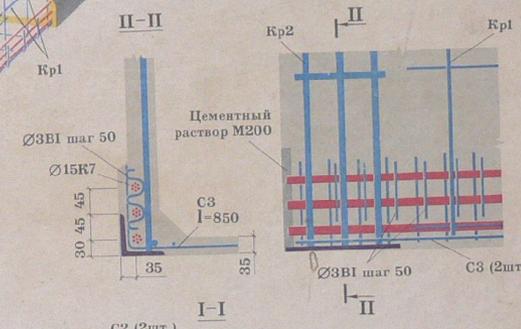
пролет 12м



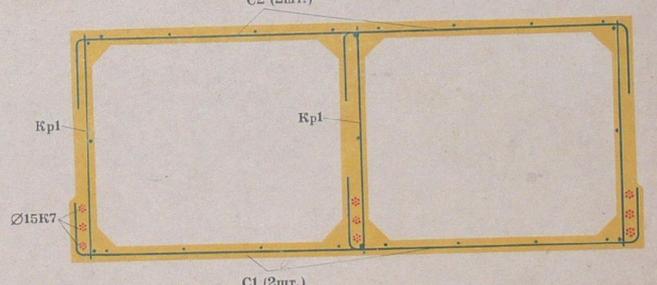
РАСЧЕТНАЯ СХЕМА

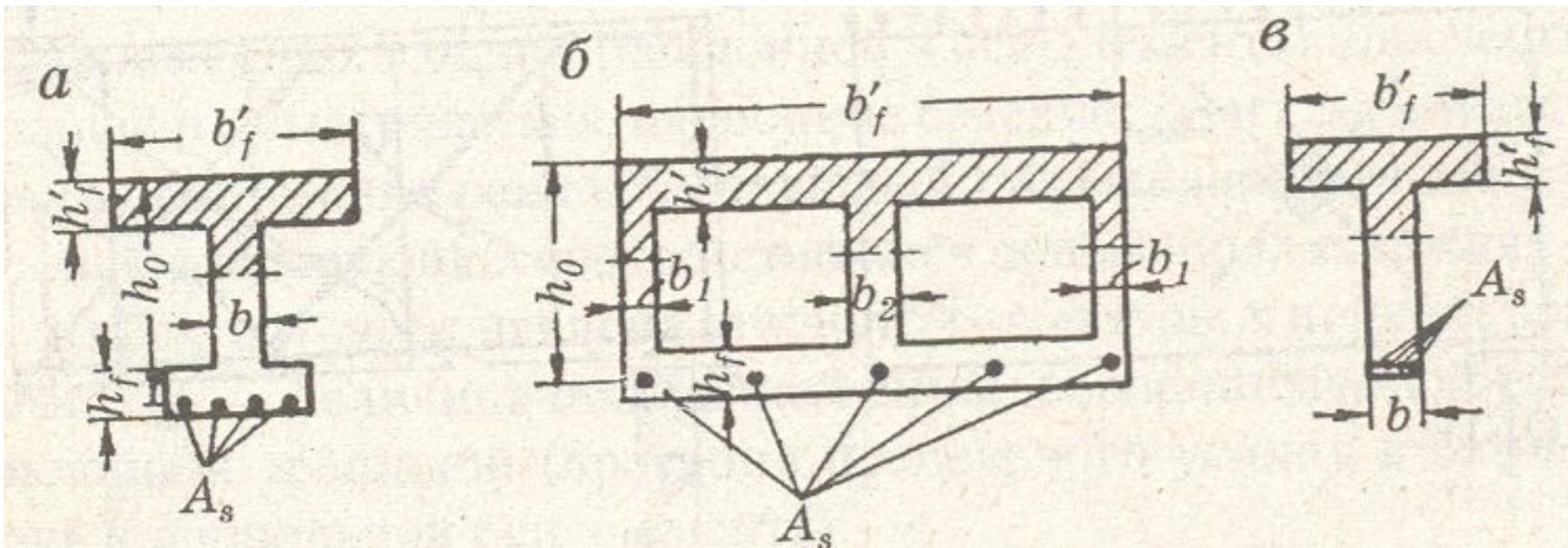


ОПОРНЫЙ УЗЕЛ



Пролеты 12 ; 18м
Масса 5...16,4т
Бетон М 400 ... М 500





- а) двутавровое сечение
 б) коробчатое сечение
 в) эквивалентное тавровое сечение

Допущения, принятые в расчетах:

При расчете двутаврового сечения

- ❑ бетон, расположенный ниже нейтральной оси, растянут и вследствие образования трещин из работы исключается.
- ❑ Вся растянутая арматура сосредоточивается в ребре с сохранением неизменной величины рабочей высоты сечения h_o .

При расчете коробчатого сечения

- ❑ ширина b_f' и толщина h_f' сжатой полки сохраняются такими же, как в коробчатом сечении, ширина ребра принимается равной сумме толщин вертикальных стенок коробчатого элемента, а вся растянутая арматура сосредоточена в ребре с сохранением той же рабочей высоты h_o .
- ❑ Растянутая полка в расчете по несущей способности не учитывается.