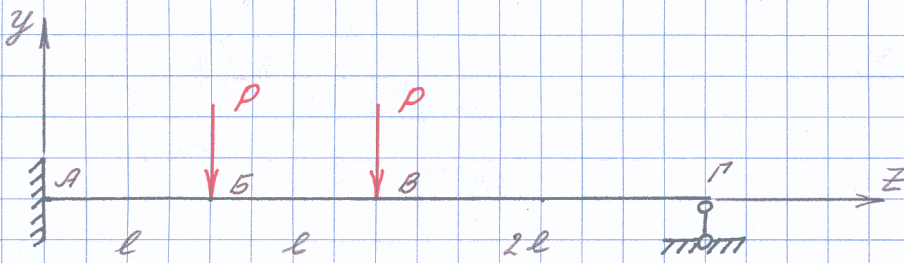


Пример VII.2

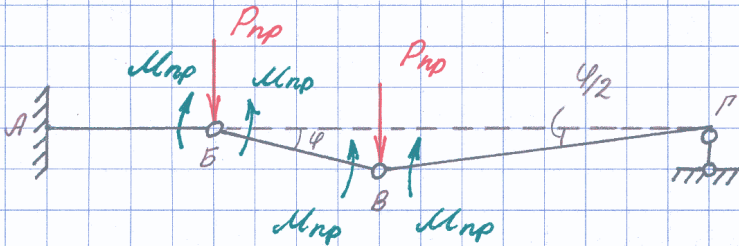


Решение

1) ...  $M_{np} = \dots$

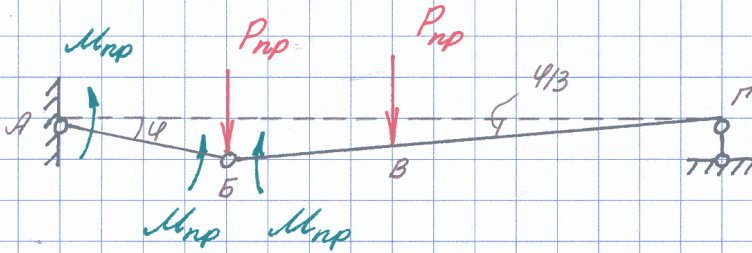
2)  $n=1 \Rightarrow$  2 шарнира в точках А, Б или В.

Возможные варианты возникновения пластических шарниров:

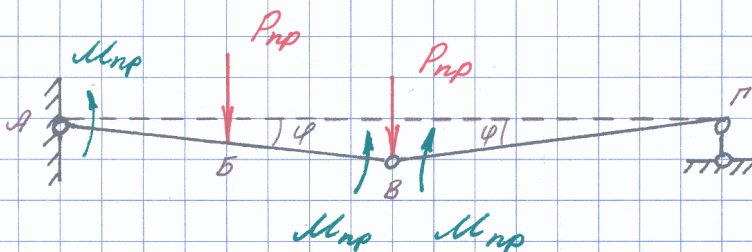


Точки Б и В.

Схема неестественная (под силой  $P_{np}$  в т. Б обратный прогиб) и это приведёт к несовпадению результатов расчётов по уравнениям равновесия и по теореме Лагранжа.

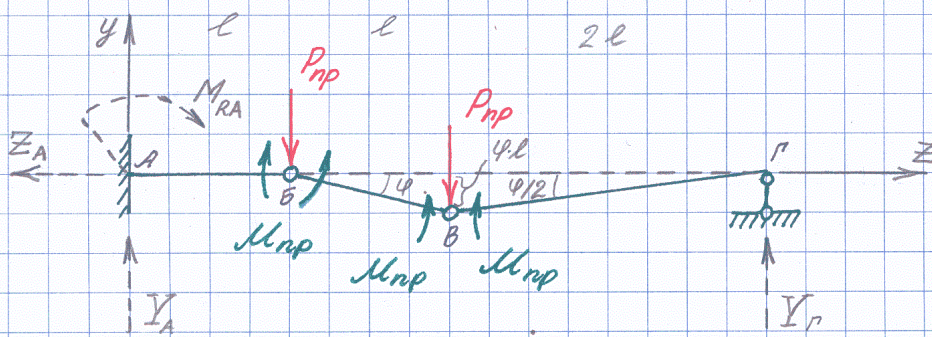


Точки А и Б.



Точки А и В.





a) Из уравнений равновесия:

Для всей балки:

$$\sum M_D = 0 = -M_{RA} - P_{np} \cdot l - P_{np} \cdot 2l + Y_D \cdot 4l \quad (1)$$

$$\sum M_B = 0 = -M_{RA} + P_{np} \cdot 3l + P_{np} \cdot 2l - Y_A \cdot 4l \quad (2)$$

$$\sum F_z = 0 = -Z_A \quad (3)$$

Для крайних участков:

$$\sum M_B = 0 = -M_{np} - M_{RA} - Y_A \cdot l \quad (4)$$

$$\sum M_B = 0 = -M_{np} + Y_D \cdot 2l \quad (5)$$

Решая совместно уравнения (1) - (5), находим


$Z_A$ ,  $Y_A$ ,  $M_{RA}$ ,  $Y_D$  и  $P_{np}$ :

$$P_{np} = \frac{2}{3} \frac{M_{np}}{l}$$

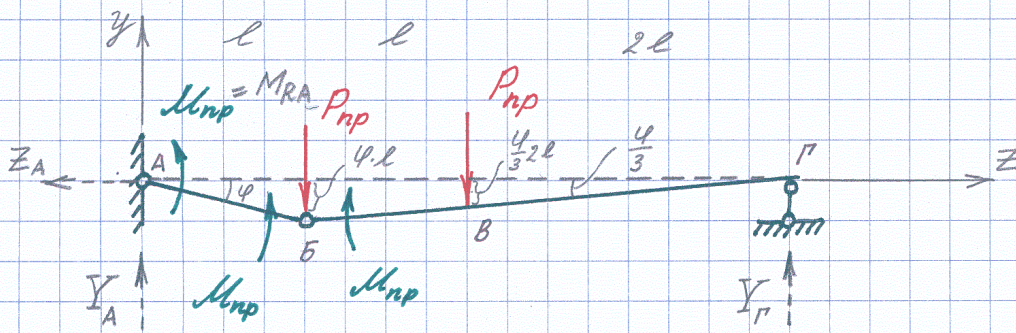
б) Из принципа возможных перемещений:

$$M_{np} \cdot \delta + M_{np} \cdot \delta + M_{np} \cdot \frac{\delta}{2} = P_{np} \cdot 4 \cdot \delta$$

$$P_{np} = \frac{5}{2} \frac{M_{np}}{l}$$

Решения, полученные разными методами  не сходятся, ибо схема потери несущей способности неестественна.





а) Из уравнений равновесия:

Для всей балки:

$$\sum M_A = 0 = M_{np} - P_{np} \cdot l - P_{np} \cdot 2 \cdot l + Y_B \cdot 4 \cdot l \quad (1)$$

$$\sum F_y = 0 = Y_A - 2 \cdot P_{np} + Y_B \quad (2)$$

$$\sum F_z = 0 = -Z_A \quad (3)$$

Для крайних участков, опирающихся на шарниры:

$$\sum M_B = 0 = -M_{np} - P_{np} \cdot l + Y_G \cdot 3 \cdot l \quad (4)$$

Решая совместно систему уравнений (1)...(4), находим  $Z_A$ ,  $Y_A$ ,  $Y_B$  и  $P_{np}$ :

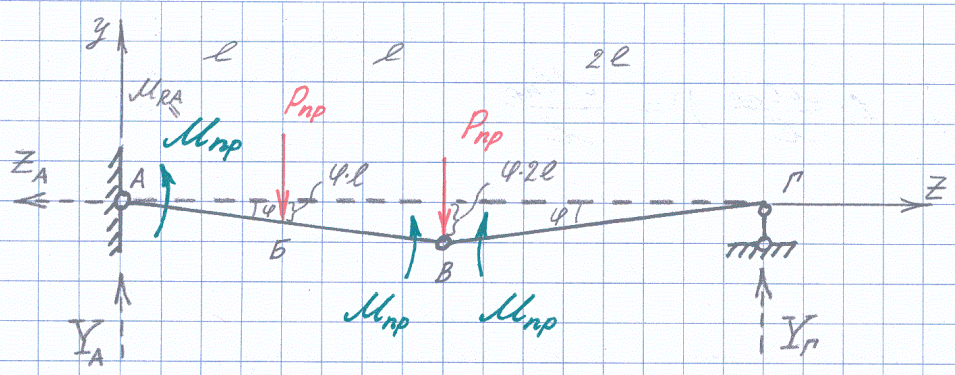
$$P_{np} = \frac{7}{5} \cdot \frac{M_{np}}{l}$$

б) Из принципа возможных перемещений:

$$M_{np} \cdot 4 + M_{np} \cdot 4 + M_{np} \cdot \frac{4}{3} = P_{np} \cdot 4 \cdot l + P_{np} \cdot \frac{4}{3} \cdot 2 \cdot l$$

$$P_{np} = \frac{7}{5} \cdot \frac{M_{np}}{l}$$





а) Из уравнений равновесия:

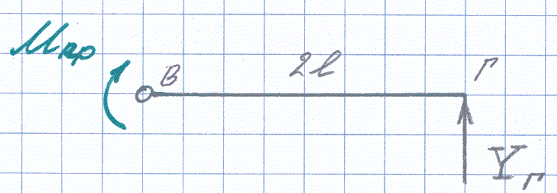
Для всей балки:

$$\sum M_A = 0 = M_{np} - P_{np} \cdot l - P_{np} \cdot 2 \cdot l + Y_C \cdot 4 \cdot l \quad (1)$$

$$\sum F_y = 0 = Y_A - 2 \cdot P_{np} + Y_C \quad (2)$$

$$\sum F_z = 0 = -Z_A \quad (3)$$

Для крайних участков, опирающихся на шарниры:



$$\sum M_B = 0 = -M_{np} + Y_C \cdot 2l \quad (4)$$

Решая совместно систему уравнений (1)...(4), находим значения  $Z_A$ ,  $Y_A$ ,  $Y_C$  и  $P_{np}$ :

$$P_{np} = \frac{M_{np}}{l}$$

б) Из принципа возможных перемещений:

$$M_{np} \cdot \delta + M_{np} \cdot \delta + M_{np} \cdot \delta = P_{np} \cdot \delta \cdot l + P_{np} \cdot \delta \cdot 2l$$

$$P_{np} = \frac{M_{np}}{l}$$



$$3) P_{np} = \min \left( \frac{7}{5} \cdot \frac{M_{np}}{l}, 1 \cdot \frac{M_{np}}{l} \right) = \frac{M_{np}}{l}$$