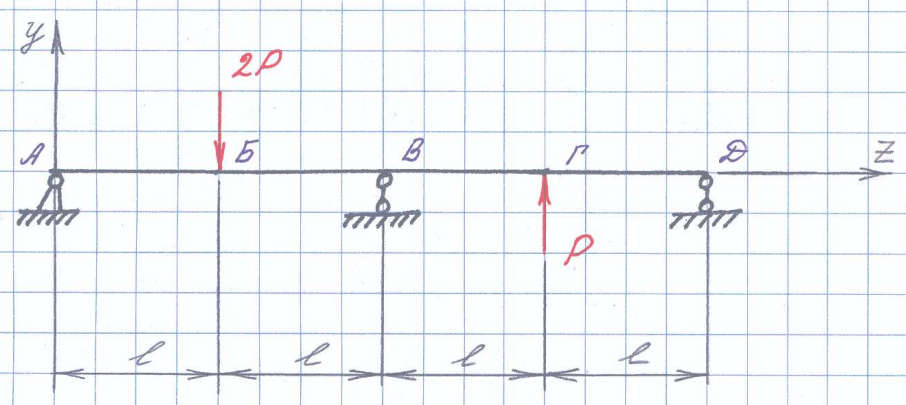


Пример VII. 1

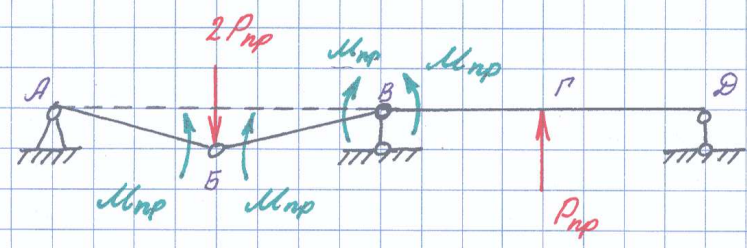


Решение

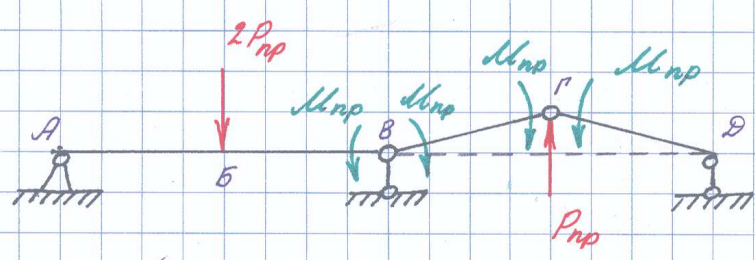
1) ... $M_{np} = \dots$

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

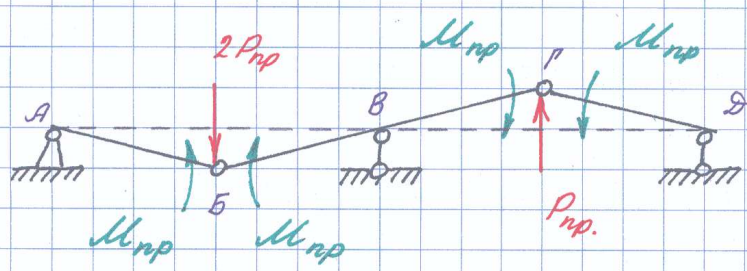
Возможные варианты возникновения пластических шарниров:



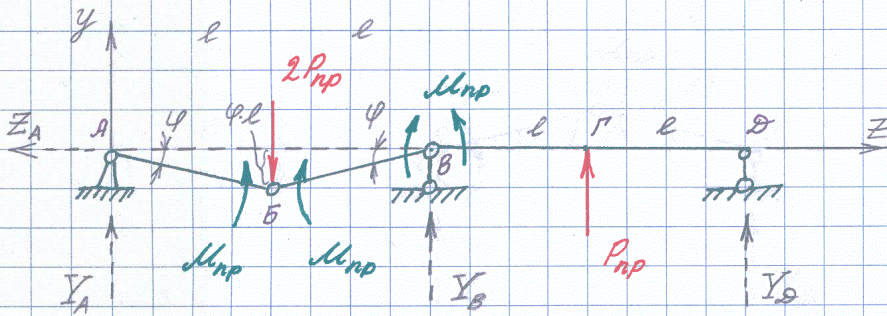
точки Б и В



точки В и Г



точки Б и Г



Z_A, Y_A, Y_B, Y_D - реакции в опорах.

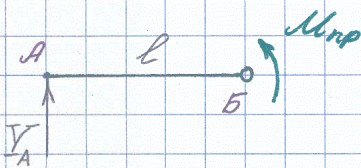
а) Из уравнений равновесия:
Для всей балки:

$$\sum M_A = 0 = -2 \cdot P_{np} \cdot l + Y_B \cdot 2 \cdot l + P_{np} \cdot 3 \cdot l + Y_D \cdot 4 \cdot l \quad (1)$$

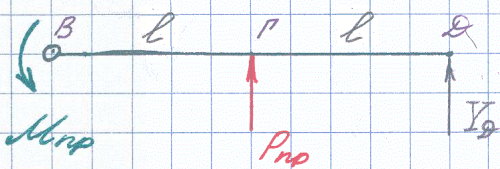
$$\sum F_y = 0 = Y_A - 2 \cdot P_{np} + Y_B + P_{np} + Y_D \quad (2)$$

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

Для крайних участков, опирающихся на шарниры:



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



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

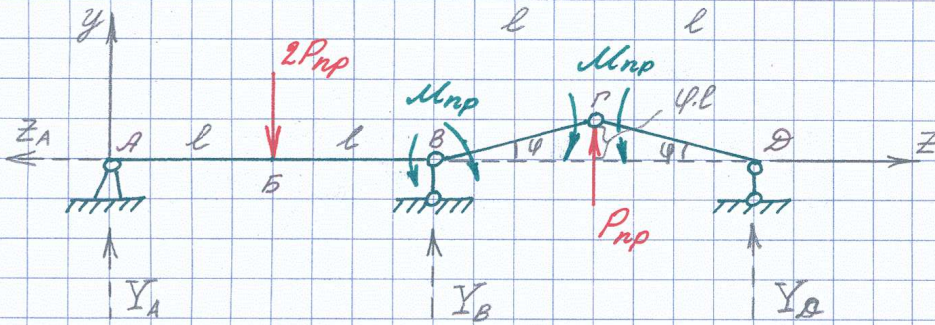
Решая совместно (1), (2), (3), (4) и (5), находим Z_A, Y_A, Y_B, Y_D и P_{np} :

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

б) Принцип возможных перемещений:

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

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



a) Из уравнений равновесия:

Для всей балки:

$$\sum M_A = 0 = -2 \cdot P_{np} \cdot l + Y_B \cdot 2l + P_{np} \cdot 3l + Y_D \cdot 4l \quad (1)$$

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

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

Для крайних участков, опирающихся на шарниры:

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

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

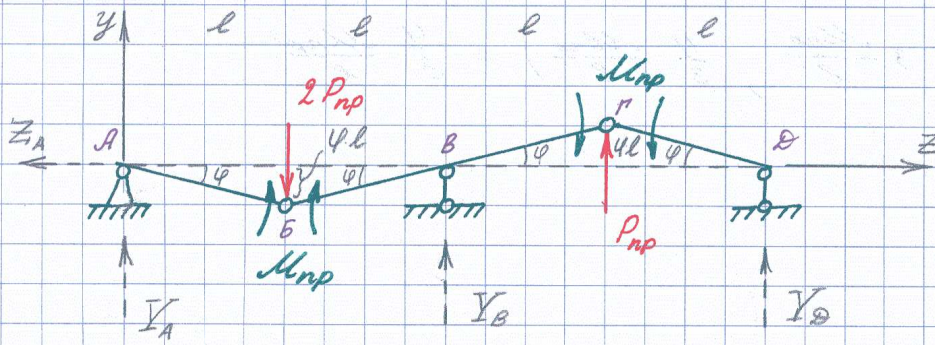
Решая совместно уравнения (1)... (5) находим Y_A, Y_B, Y_D, Z_A и P_{np} :

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

б) Из принципа возможных перемещений:

$$M_{np} \cdot \varphi + M_{np} \cdot \varphi + M_{np} \cdot \varphi = P_{np} \cdot \varphi \cdot l$$

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



а) Из уравнений равновесия:

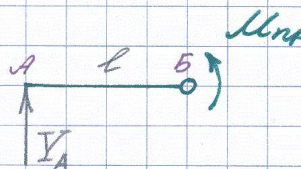
Для всей балки:

$$\sum M_A = 0 = -2 \cdot P_{np} \cdot l + Y_B \cdot 2l + P_{np} \cdot 3l + Y_D \cdot 4l \quad (1)$$

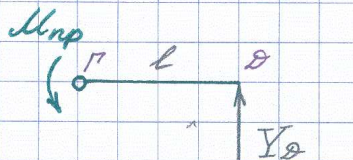
$$\sum F_y = 0 = Y_A + Y_B + Y_D + P_{np} - 2P_{np} \quad (2)$$

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

Для крайних участков, опирающихся на шарниры:



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



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

Решая совместно уравнения (1)...(5), находим Y_A , Y_B , Y_D , Z_A и P_{np} :

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

б) Из принципа возможных перемещений:

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

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

153

$$3) P_{np} = \min \left(\frac{3}{2} \cdot \frac{M_{ne}}{l}, 3 \frac{M_{ne}}{l}, \frac{4}{3} \frac{M_{ne}}{l} \right) = \frac{4}{3} \frac{M_{ne}}{l}$$