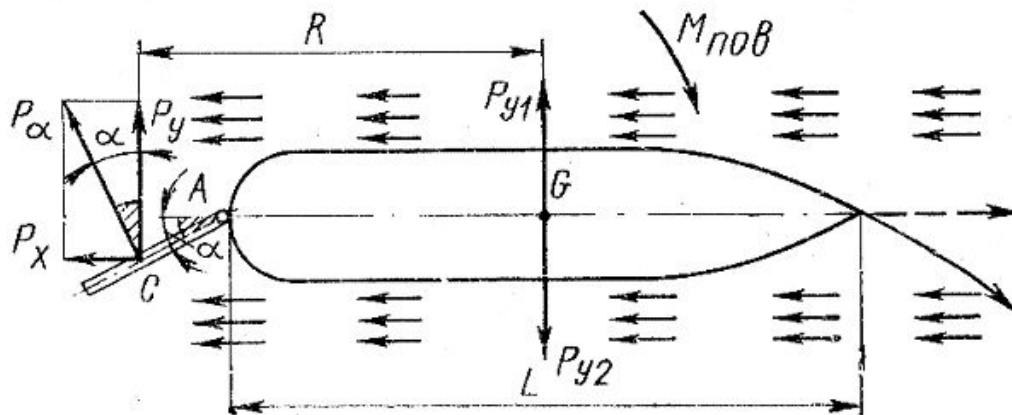


# Силы и моменты, действующие в РЭП

# Силы, действующие в РЭП



$$M_{пов} = \frac{P_y L}{2} = \frac{P_\alpha L \cos \alpha}{2}$$

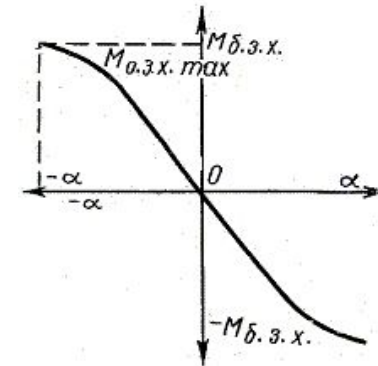
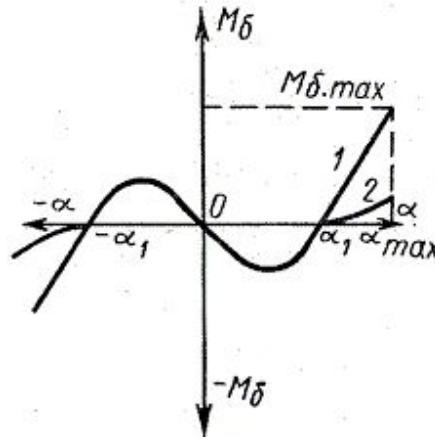
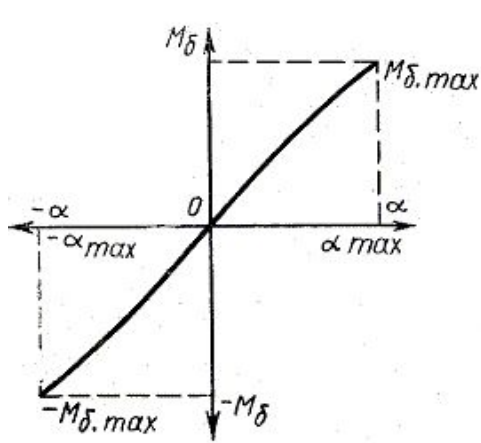
$$M_\delta = P_\alpha \delta$$

$$\delta = (0,2 \div 0,3 \sin \alpha) \cdot l$$

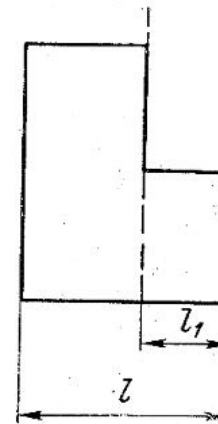
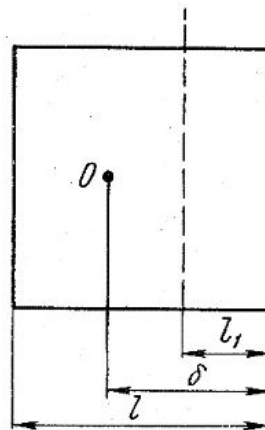
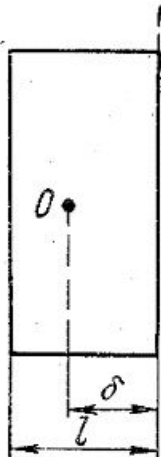
$$P_\alpha = K_\alpha F v^2$$

- Погруженный в воду руль, находясь в ДП движущегося вперед судна, испытывает с обеих сторон одинаковое давление набегающих струй воды и не влияет на направление движения судна
- Если отклонить руль от ДП на угол  $\alpha$ , то равновесие нарушается
- Со стороны, в которую повернулся руль, на него начинают действовать силы давления потока воды, встретившего на своем пути препятствие:
  - их можно представить в виде равнодействующей  $P_\alpha$ , приложенной в центре давления  $C$  и направленной перпендикулярно к плоскости пера руля
  - разложим эту силу на две взаимно перпендикулярные составляющие  $P_x$  и  $P_y$ , вторая из которых перпендикулярна к линии курса судна
- Поместим в центр тяжести судна ( $G$ ) две взаимно уравновешивающиеся силы  $P_{y1}$  и  $P_{y2}$ , равные и параллельные силе  $P_y$
- Силы  $P_y$  и  $P_{y2}$  составляют пару сил, плечо которой  $R$  можно считать приблизительно равным половине длины судна  $L$
- Эти силы образуют момент, поворачивающий судно в сторону перекадки руля  $M_{пов}$
- Этот момент оказывает основное влияние на движущееся судно
- Сила  $P_x$  создает дополнительное сопротивление движению судна
- Сила  $P_{y1}$  (сила дрейфа) сносит судно боком во внешнюю сторону и создает крен судна
- Сила  $P_\alpha$  создает момент на баллере руля  $M_\delta$  (для построения нагрузочной диаграммы)
- Расстояние точки приложения равнодействующей относительно передней кромки руля определяется в зависимости от  $\alpha$  (для простых рулей,  $l$  — ширина пластины,  $F$  — площадь пера руля,  $m^2$ ;  $v$  — скорость судна,  $m/c$ )

# Моменты на баллере руля



- Графики изменения момента на баллере руля: простого, баланsirного и полубаланsirного; при заднем ходе судна



# Балансирные и полубалансирные рули

- Балансирные и полубалансирные рули применяют для уменьшения момента на баллере руля и, следовательно, мощности рулевого электропривода
- Давление воды на балансирную часть руля, расположенную впереди оси вращения, способствует перекладке руля от диаметральной к борту
- Момент на баллере в этом случае меньше, чем был бы у того же руля, но без балансирной части
- При сохранении центра приложения силы  $P_a$  уменьшение момента  $M_B$  происходит за счет уменьшения плеча давления
- Может быть, что точка приложения силы при определенных углах поворота  $\alpha$  будет лежать правее оси поворота, т. е. в балансирной части руля
- Момент на баллере в этом случае становится отрицательным, подкручивающим
- Балансирные рули способствуют снижению моментов и мощности привода, однако в некоторых ситуациях создают **трудности управления** судном
- Если при аварии рулевого электропривода отсоединить простой руль от передаточного механизма, то он под действием набегающих струй воды установится в диаметральной плоскости
- Такие рули называются **устойчивыми**
- Балансирные же рули с большим коэффициентом компенсации неустойчивы — они при отсоединении от привода могут установиться как в диаметральной плоскости, так и под углом  $\alpha_1$  к диаметральной, при этом судно будет совершать циркуляцию, что весьма опасно