

Волнообразование от движения судна

Для того, чтобы начать движение и двигаться с определённой скоростью, судно должно преодолеть сопротивление окружающей среды, которое складывается из сопротивления трения и сопротивления формы. Сопротивление трения можно уменьшить, убрав шероховатость корпуса, изменив посадку и осадку судна, а сопротивление формы – придав корпусу лучшую обтекаемость. Можно также уменьшить сопротивление среды, используя приспособления для уменьшения трения (подводные крылья, воздушная подушка и пр.) и формы (бульб).

Чем больше скорость судна, тем больше сопротивление окружающей среды и интенсивней волнообразование.

При движении судна вокруг корпуса образуются две системы расходящихся коротких волн. Одна – у форштевня, вторая – в районе кормы. Фронт этих волн при плавании судна на глубокой воде располагается под углом примерно 20° относительно диаметральной плоскости.

Короткие волны имеют лимит скорости распространения, который зависит от глубины места. Максимальная скорость распространения волн, образующихся от движения судна, называется критической скоростью распространения волны (V_k).

$$V_k = \sqrt{gH}, \text{ где } H \text{ – глубина места.}$$

Из формулы видно, что на мелководье критическая скорость распространения волн достигается быстрее, она будет меньше, а волнообразование интенсивнее, чем на глубокой воде.

При плавании на мелководье из-за интенсивного волнообразования меняется угол раствора расходящихся волн. Чем больше скорость движения, тем больше становится угол фронта волны относительно ДП. В конечном итоге, расходящиеся волны преобразуются в поперечные. Водоизмещающему судну приходится преодолевать резко возросшее сопротивление воды.

Мощная поперечная волна, возникающая при достижении критической скорости распространения, называется спутной волной. При возникновении спутной волны вся дополнительная мощность силовой установки судна затрачивается не на увеличение скорости хода, а на поддержание этой волны, т.е. скорость водоизмещающего судна, равная скорости спутной волны, будет для судна предельной. Спутная волна не подчиняется теории волн относительно малой амплитуды и скорость её дальнейшего движения уже не зависит от скорости судна. Возникнув, спутная волна может самостоятельно

перемещаться на очень большие расстояния со скоростью, при которой она образовалась.

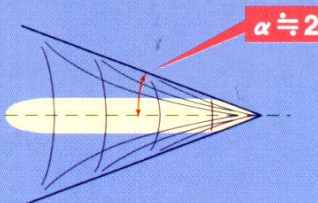
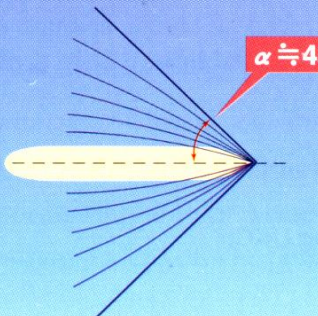
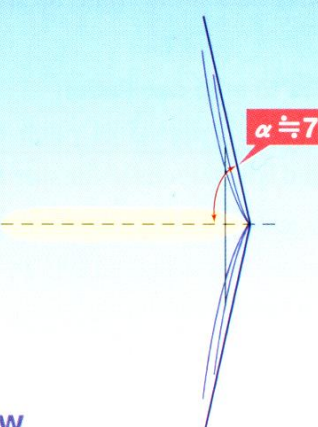
Характеристикой волнообразования и волнового сопротивления является число Фруда Fr .

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gL}} \text{ или } Fr = \frac{V}{\sqrt{gH}}, \text{ где}$$

V – скорость судна

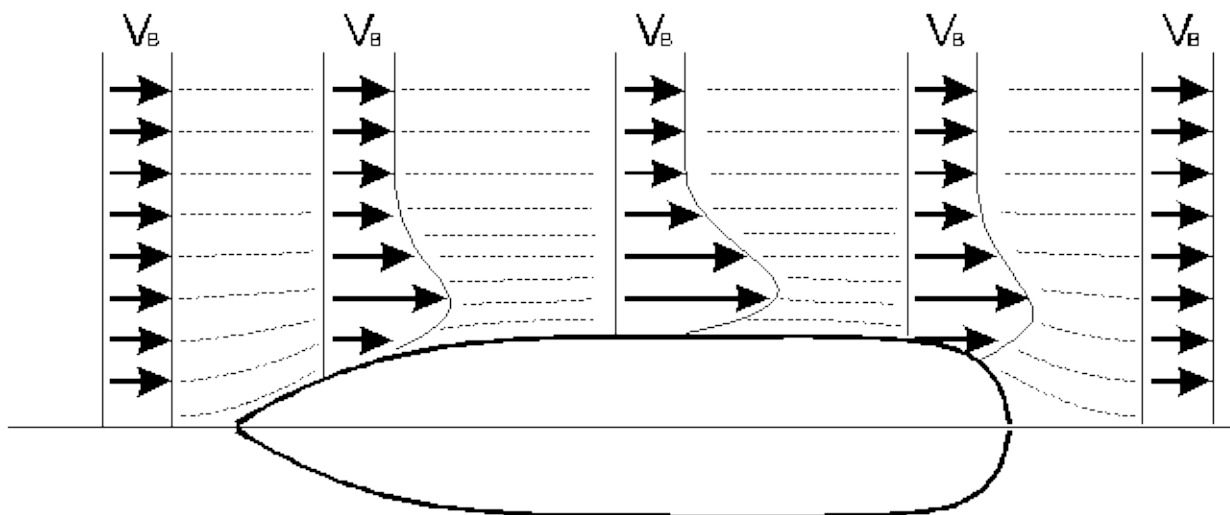
L и H – размер области, в которой рассматривается волнообразование. В нашем случае L – длина судна между перпендикулярами, а H – глубина места.

Число Фруда – безразмерная величина, которая для водоизмещающих судов располагается в пределах $0 \div 1$. Чем интенсивнее волнообразование, тем больше число Фруда. В случае достижения судном скорости, равной критической скорости распространения волны, число Фруда равно единице.

Wave	F_{nh}	Sign of Squat	Remarks & Action to be taken
 <p>Deep</p> <p>$\alpha \doteq 20^\circ$</p>	$u/\sqrt{gH} = 0$	Nil	<ul style="list-style-type: none"> • No action to be taken
 <p>$\alpha \doteq 45^\circ$</p>	$u/\sqrt{gH} = 0.7$	Slight	<ul style="list-style-type: none"> • Rather shallow water • Pay attention to UKC and speed. • Reduce speed if necessary.
 <p>$\alpha \doteq 78^\circ$</p> <p>Shallow</p>	$u/\sqrt{gH} = 0.99$	Serious	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce speed to regain control of ship. • Abnormal hull vibration is observed.

Проседание корпуса судна на мелководье

Вода имеет свойство неразрывности. Следовательно, скорость части потока, огибающего корпус судна в непосредственной близости, выше скорости частиц воды, движущихся по прямой.



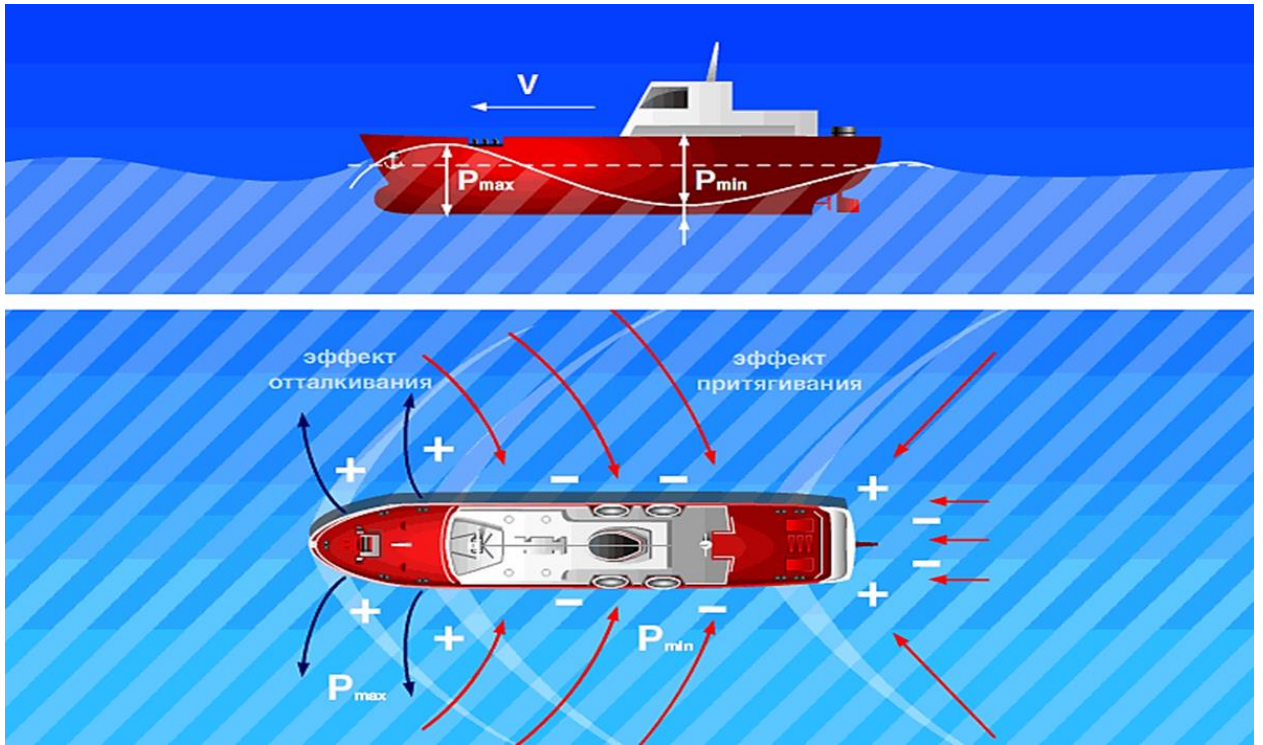
Из рисунка видно, что скорость движения частиц воды ускоряется в районе миделя.

Зависимость между скоростью потока и его давлением на данном участке описывается уравнением Бернулли:

$$\frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} = Const$$

Значит, если скорость потока воды в районе миделя увеличилась, то его давление должно уменьшиться.

В результате движения, вокруг корпуса судна создаются области повышенного давления у штевней и пониженного – у миделя, что вызывает опускание корпуса относительно уровня спокойной воды и изменение дифферента судна. Чем больше скорость судна или потока, тем больше падает давление, а, значит, тем больше проседание судна.



Проседанием корпуса принято считать разницу между осадками судна в движении и остановившегося. На величину проседания корпуса влияют скорость судна и соотношение его осадки и глубины места.

Из-за возникновения областей пониженного давления в районе миделя и повышенного в районе кормы возникает явление попутного потока: частичное перетекание воды из области повышенного давления. Чем интенсивней волнообразование, тем интенсивней попутный поток и тем хуже управляемость судна.

Управляемость судна хуже потому, что плотность набегающего на перо руля потока ослабевает из-за действия попутного потока. Это необходимо помнить, особенно при плавании на мелководье.

