

# Судовая энергетическая установка

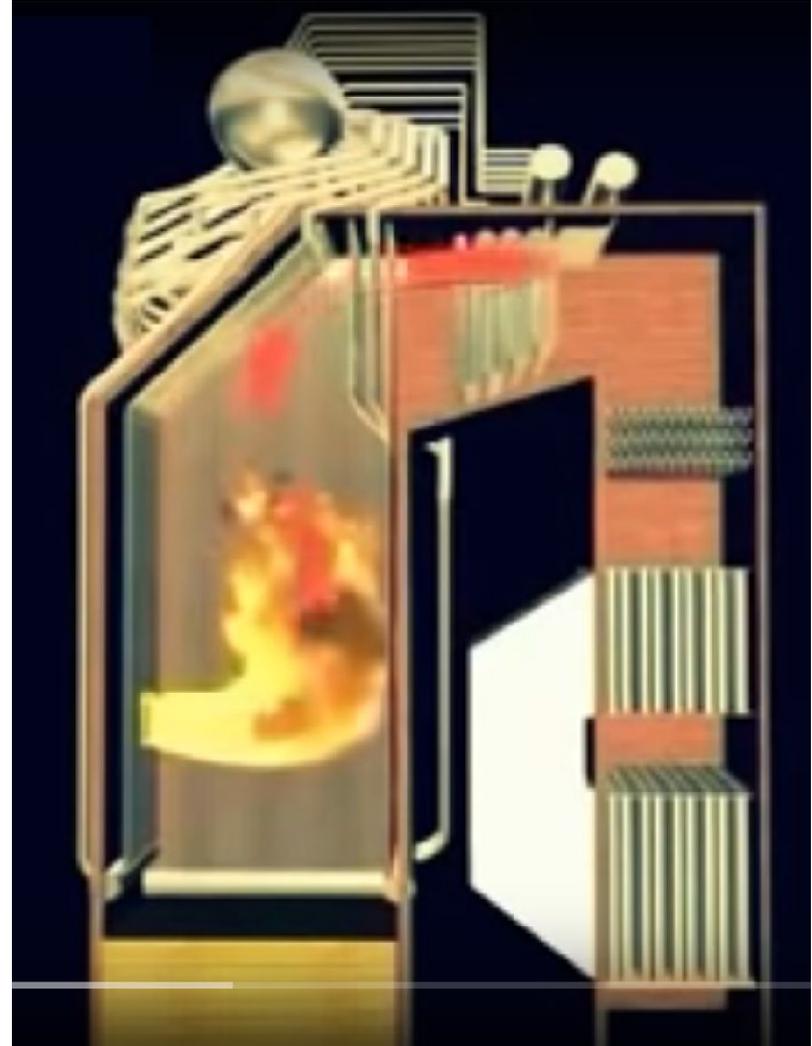
СЭУ – это комплекс технических средств (машин, механизмов, систем и т.д.), предназначенных для обеспечения судна всеми видами энергии, необходимыми для его использования по назначению.

СЭУ состоит из:

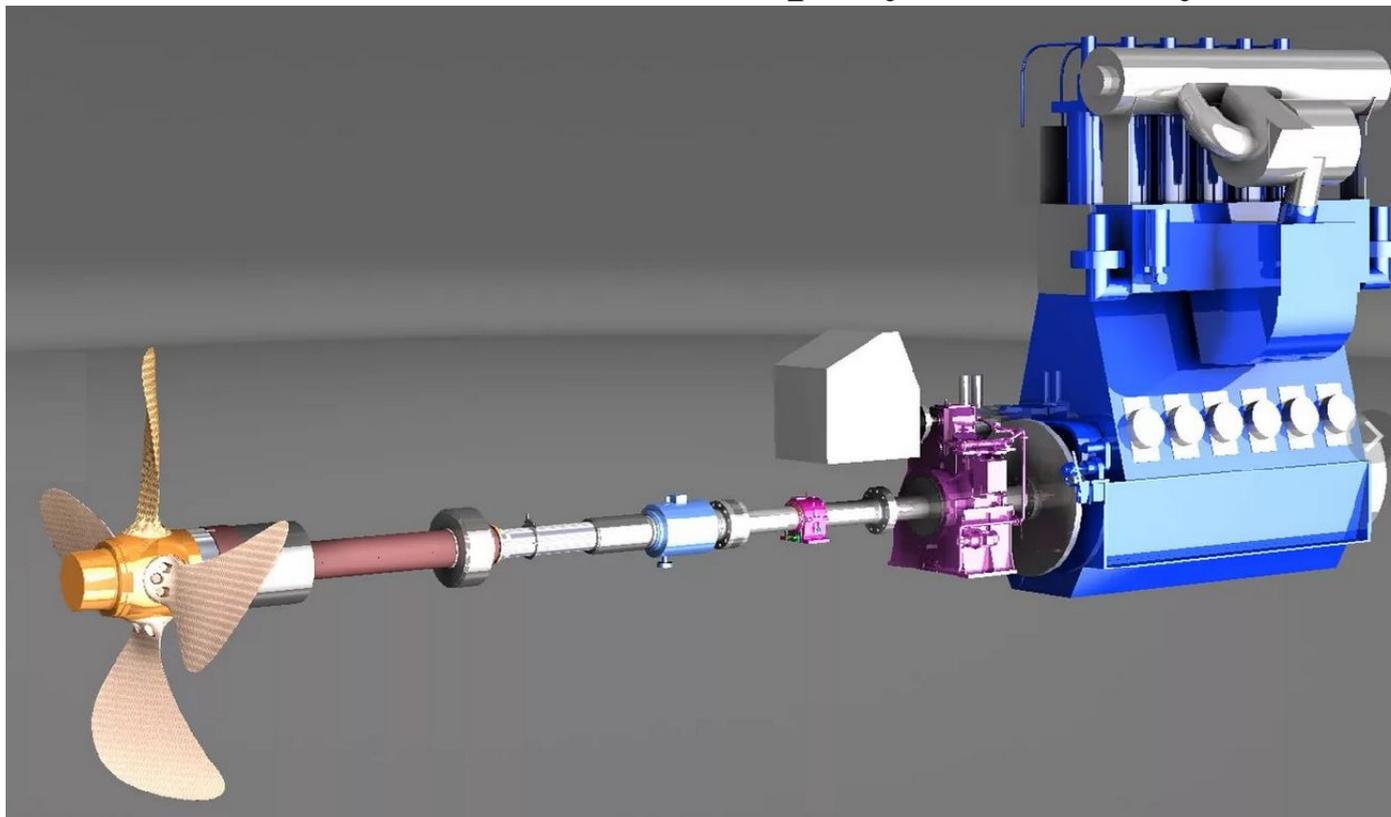
- 1) главной энергетической установки (ГЭУ), ГЭУ предназначена для обеспечения движения судна. ГЭУ может состоять из 2 частей -генераторной и исполнительной: в 1-й подготавливается (генерируется) рабочее тело, во 2-й энергия рабочего тела преобразуется в упор,двигающий судно.
- 2) вспомогательной энергетической установки,
- 3) электроэнергетической установки.

# Генераторная часть ГЭУ

К установкам, генерирующим рабочее тело, например, относятся котельные установки.



## Исполнительная часть ГЭУ - пропульсивная установка.



**Пропульсивная установка включает:**

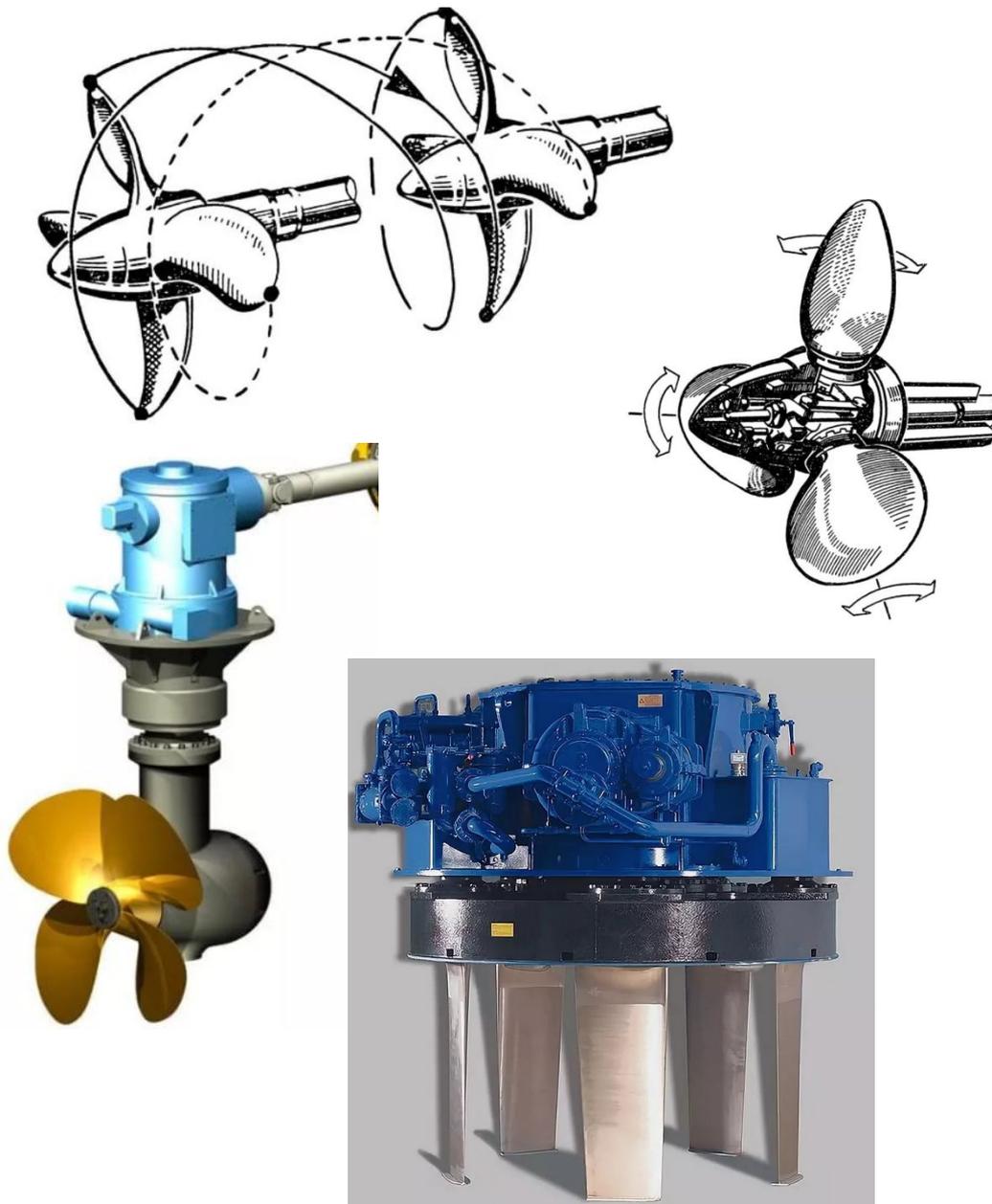
**главный двигатель (ГД), главную передачу, валопровод, движитель.**

**Вместе с корпусом судна, с которым пропульсивная установка гидродинамически взаимодействует через движитель, она образует пропульсивный комплекс (ПК). Объединение ПУ и корпуса в единую систему позволяет исследовать сложные явления их механического и гидродинамического взаимодействия для оптимизации всего ПК, а не только его отдельных частей.**

**Движитель – это устройство  
создающее упор,  
обеспечивающий движение  
судна.**

**Движителем может  
быть:**

- винт фиксированного шага (ВФШ) ( $\eta$  до 0,70-0,80);
- винт регулируемого шага (ВРШ);
- винторулевая колонка (ВРК);
- крыльчатый движитель;
- гребное колесо;
- водомётный движитель и др.



## Судовой валопровод

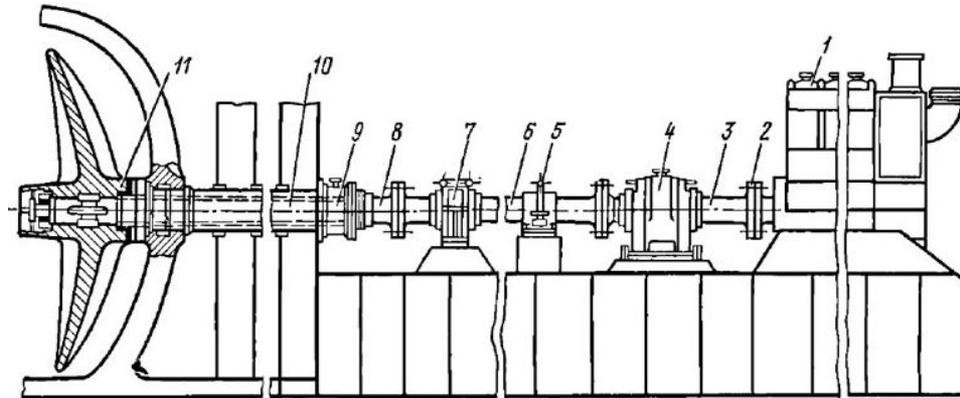


Схема валопровода:

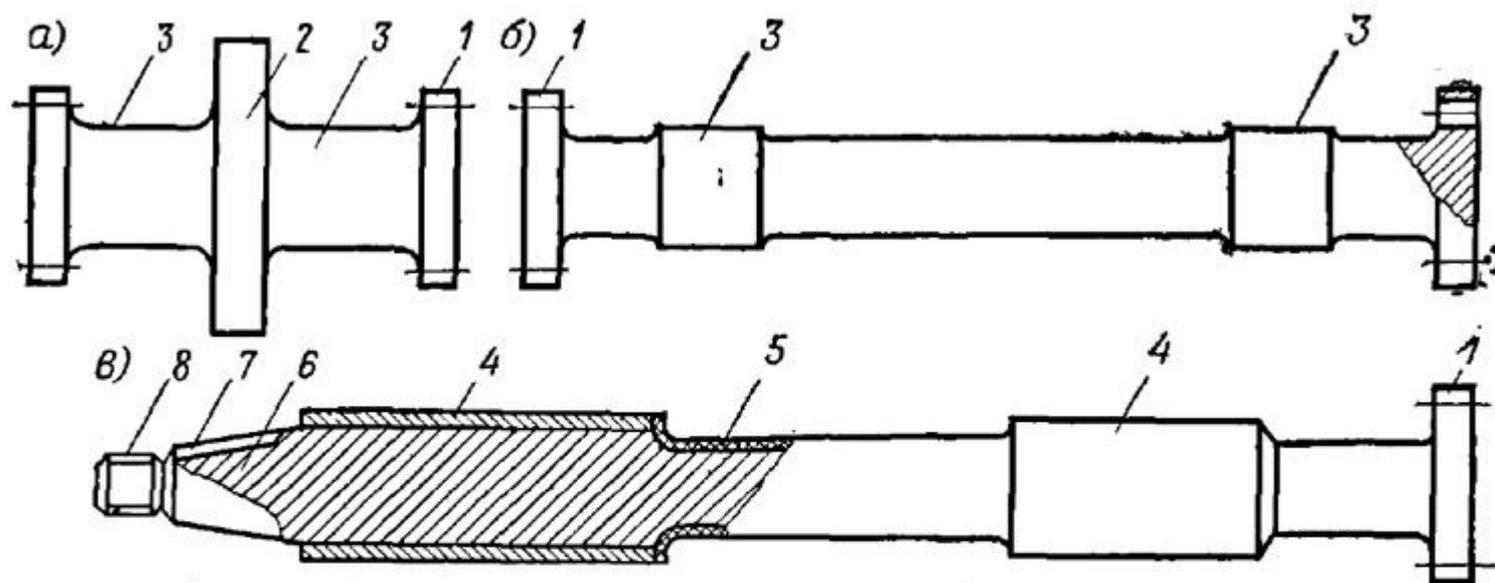
1 – главный двигатель  
2 – коленчатый вал  
3 – упорный вал  
4 – упорный подшипник  
5 – тормоз

6 – промежуточный вал  
7 – опорный подшипник  
8 – гребной вал  
9 – дейдвудный сальник  
10 – дейдвудная труба  
11 – гребной винт

**служит для передачи мощности (вращающего момента) от ГД или от главных передач (например, редукторов) к движителям и для передачи упора движителя на корпус судна через главный упорный подшипник (ГУП).**

**Валопровод судна обычно состоит из последовательно соединенных упорного, промежуточных, дейдвудного (гребного) валов, упорного, опорных и дейдвудных подшипников, тормозного и валоповоротного устройств, переборочных уплотнений и других элементов.**

Валопровод состоит из упорного, промежуточных и гребного валов, соединенных между собой. Валы изготавливают из углеродистой стали, а для небольших судов — из легированной стали.



Валы судового валопровода:

- а – упорный
- б – промежуточный
- в – гребной
- 1 – соединительные фланцы
- 2 – упорный гребень

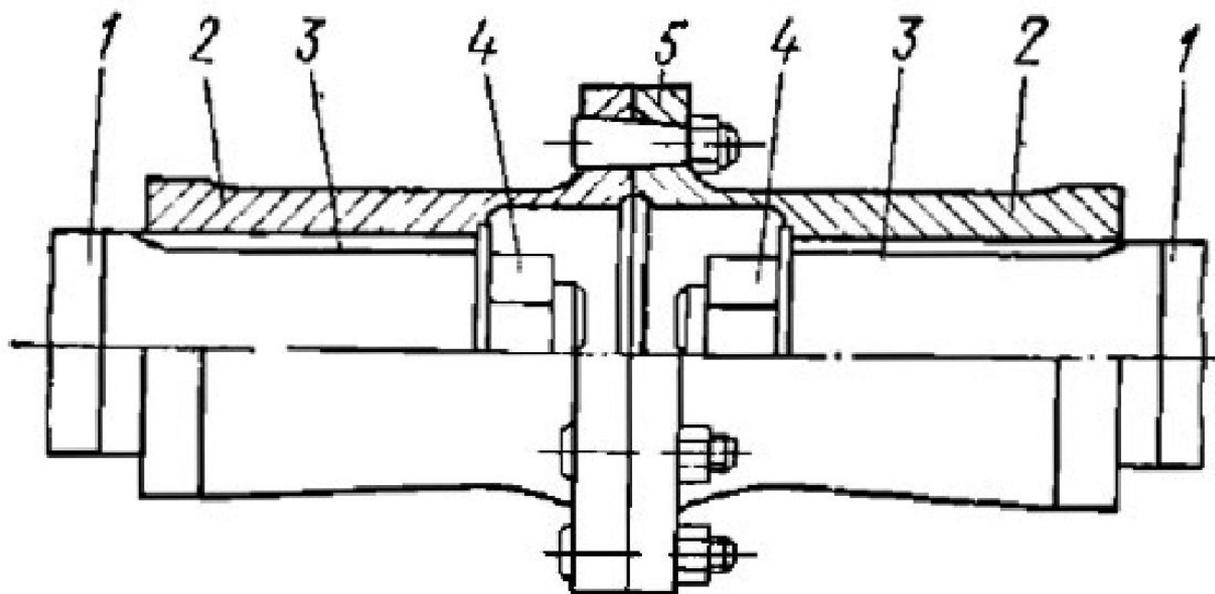
- 3 – опорные шейки
- 4 – бронзовые облицовки
- 5 – защитное покрытие
- 6 – конус гребного вала
- 7 – лопаточный шпоночный паз
- 8 – резьба под гайку гребного винта (покрытие 5 находится под облицовкой 4)

**Упорный вал** присоединяется непосредственно к коленчатому валу двигателя и служит для передачи упора гребного винта через упорный подшипник и его фундамент на корпус судна.

**Промежуточные валы** предназначены для соединения упорного вала с гребным. Если главный двигатель размещен в средней части судна, применяют несколько промежуточных валов, которые располагаются в туннеле валопровода. При расположении главного двигателя в кормовой части судна длина валопровода существенно сокращается. В этом случае может быть всего один промежуточный вал. Промежуточные валы имеют шейки, которыми опираются на опорные подшипники. При необходимости застопорить валопровод используют тормоз, который обычно устанавливается на первом промежуточном валу после упорного вала.

**Гребной вал** находится в подшипниках дейдвудного устройства и имеет на конце конус и резьбу для насадки и крепления гребного винта. В случае применения шпоночного соединения гребного винта с валом шпоночный паз на конусе гребного вала делают ложкообразной формы. Это снижает местные напряжения в теле вала у шпоночного паза. Если дейдвудный подшипник смазывается водой, то на шейки гребного вала напрессовывают бронзовые облицовки, предохраняющие вал от соприкосновения с водой. Поверхность вала между облицовками также имеет предохранительное покрытие. Для этой цели вал обычно обертывают стеклотканью и покрывают эпоксидной смолой. При смазке дейдвудного устройства маслом бронзовые облицовки не применяют. В местах расположения подшипников гребной вал имеет шейки увеличенного диаметра. Для уменьшения влияния электрохимической коррозии, разрушающей облицовки гребного вала и гребной винт, на участке гребного вала, выходящего из дейдвудного устройства внутрь судна, в последние годы стали устанавливать токосъемное устройство.

Соединяют валы чаще всего фланцами, откованными заодно с валами, при помощи призонных болтов, плотно входящих в отверстия фланцев.



Соединение валов с помощью фланцевой конической муфты:

- 1 – соединяемые валы
- 2 – фланцевая коническая полумуфта
- 3 – шпонка
- 4 – гайка крепления полумуфты на конусе вала
- 5 – соединительные болты

## **Наиболее распространенным типом судового движителя является гребной винт.**

**Оптимальная частота его вращения  $n_в$  зависит от водоизмещения, осадки и скорости судна, уменьшаясь с увеличением водоизмещения.**

**Для крупнотоннажных транспортных судов при умеренных и небольших скоростях она составляет 50-100 об/мин.**

**Для контейнеровозов при скоростях  $v$  более 20 узлов оптимальная частота вращения гребного вала достигает 140 об/мин в связи с относительно малыми диаметрами винтов (5,4-7,2 м).**

**Оптимальной частоте вращения гребного винта соответствует наибольшее значение его КПД  $\eta_p$ , которое может достигать 0,70-0,80.**

Частота вращения валов ГД  $n_{\text{Д}}$  (особенно турбин), при которой достигается наивыгоднейшее соотношение между экономическими и массогабаритными показателями двигателя, а значит, и СЭУ, намного превышает оптимальную частоту вращения винта  $n_{\text{в}}$ .

Приходится включать в линию двигатель — движитель промежуточное звено (передачу) с целью трансформации частоты вращения и вращающего момента двигателя.

Главная передача предназначена для преобразования крутящего момента и частоты вращения при передаче энергии от ГД к движителю.

Главные передачи могут быть:

- механические ( $\eta = 0,95-0,98$ );
- электрические;
- гидравлические.

Нередко они также служат для объединения мощности нескольких ГД на один валопровод или для разделения мощности одного ГД на несколько потоков.

**В качестве главных двигателей могут применяться:**

- двигатели внутреннего сгорания (ДВС) – дизели ( $\eta = 0,47-0,5$ );**
- гребные электродвигатели;**
- газовые турбины ( $\eta = 0,3-0,38$ );**
- паровые турбины ( $\eta = 0,4-0,42$ );**
- паровые машины.**

**Современные суда оснащаются в основном дизельными установками, благодаря их высокой надёжности и непревзойдённой термодинамической эффективности.**

**В качестве топлива на судах в основном применяется жидкое органическое топливо, являющееся продуктом переработки нефти – дизельное топливо и тяжёлое топливо (обычно вязкостью 380 сСт при 50°C).**