

Устройство судна

Презентация

Главным признаком классификации является назначение судов. У других признаков, по которым суда разделяют уже независимо от их назначения, относятся:

- - район плавания
- - средства движения
- - тип главного двигателя
- - характер движения по воде
- - вид движителя
- - материал корпуса
- - архитектурно-конструктивный тип
- - количество гребных валов (на винтовых судах) и т. п.

Типы судов в зависимости от их назначения

- Все гражданские суда в зависимости от их типа и назначения подразделяют на:
 - -транспортные
 - -промысловые
 - -служебно- вспомогательные
 - -суда технического флота

Типы судов в зависимости от их назначения

Навалочные суда

- Предназначены для перевозки руды, рудных концентратов, угля, зерна, песка, сахара и т.д.
- Эти грузы составляют около 70% всех перевозимых морем сухих грузов

Танкеры

Представляют собой однопалубное судно с кормовым расположением машинного отделения и надстройки. Грузовая часть танкера делится поперечными и одной двумя или тремя продольными переборками на грузовые отсеки (танки)

Навалочные суда





Танкеры







суда для перевозки сжиженного газа



ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО СУДНА

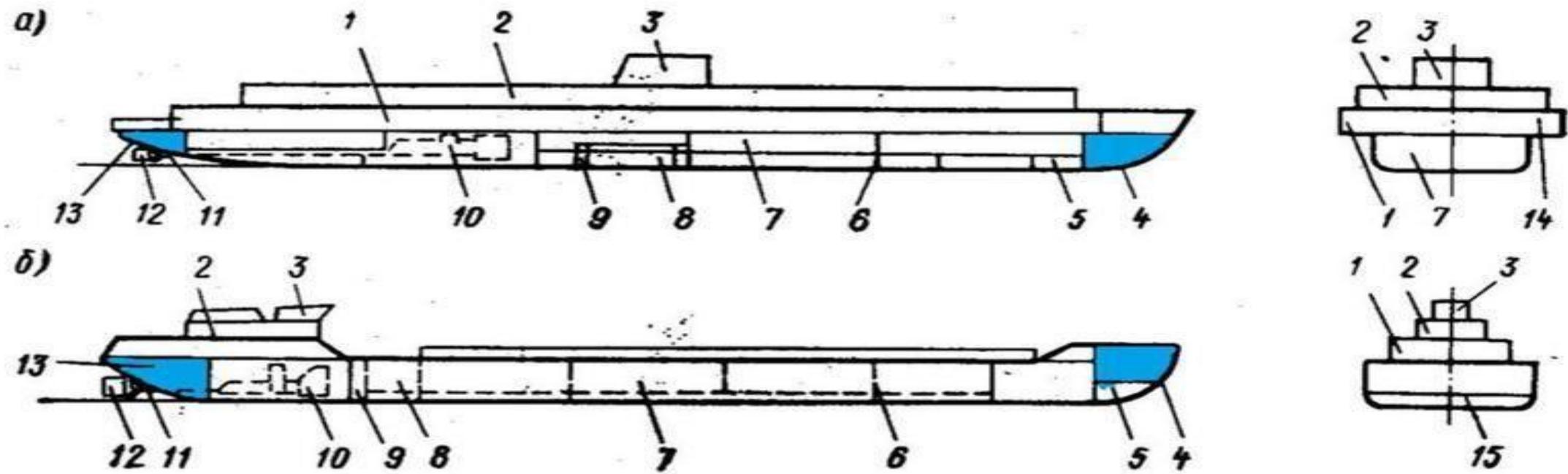
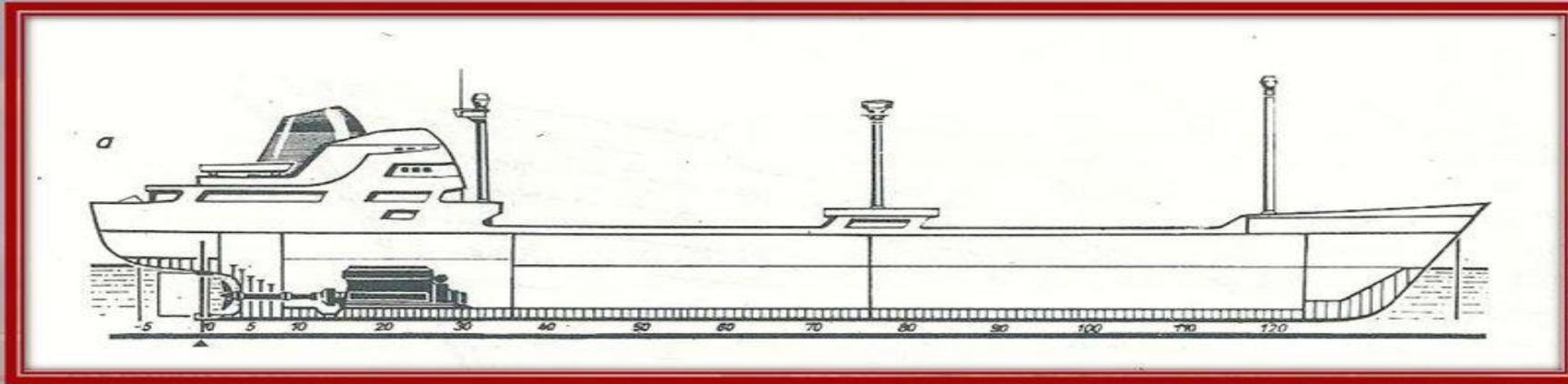


Рис. 1. Общее устройство пассажирского (а) и грузового (б) судов:

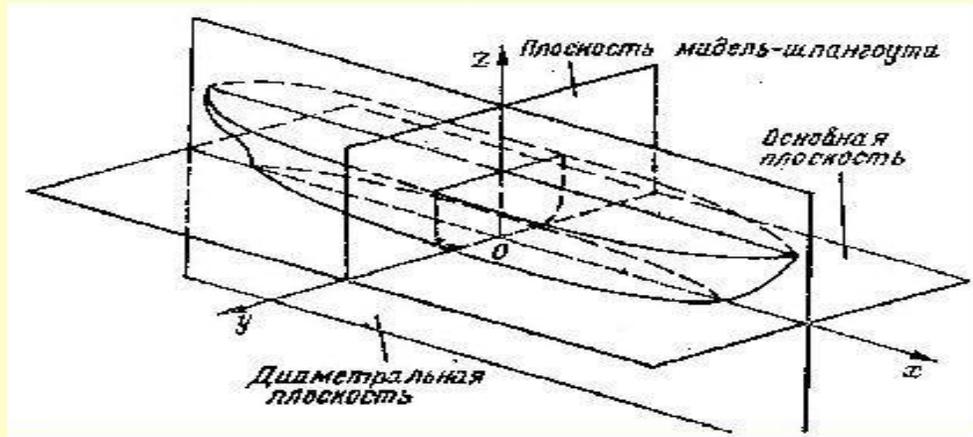
1, 2 — надстройки I и II ярусов; 3 — рулевая рубка; 4 — форпик; 5 — платформа; 6 — поперечные водонепроницаемые переборки; 7 — трюм; 8 — цистерны; 9 — коффердамы; 10 — главный двигатель; 11 — гребные винты; 12 — рули; 13 — ахтерпик; 14 — обносы; 15 — второе дно

Конструкция корпуса судна



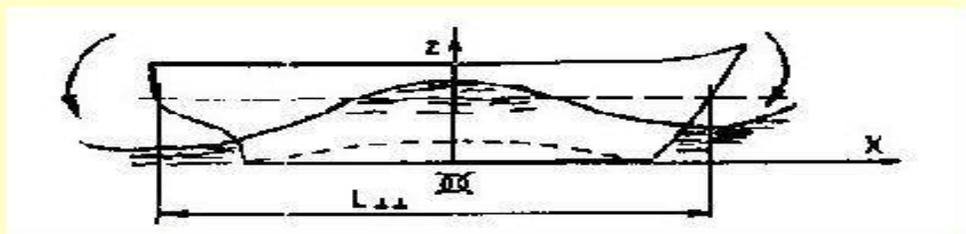
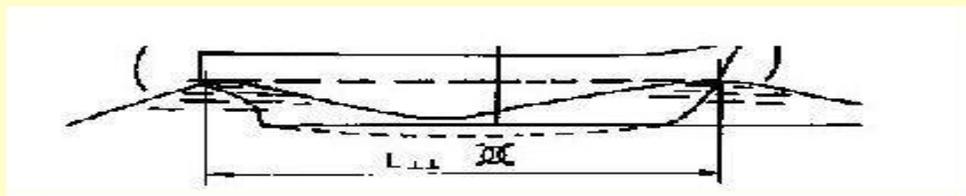
Корпус судна - коробчатая металлическая конструкция, состоящая из набора, обшивки, переборок, настилов палуб и платформ судна, обеспечивающая создание силы плавучести, прочность, непотопляемость

Координатные оси, посадка судна



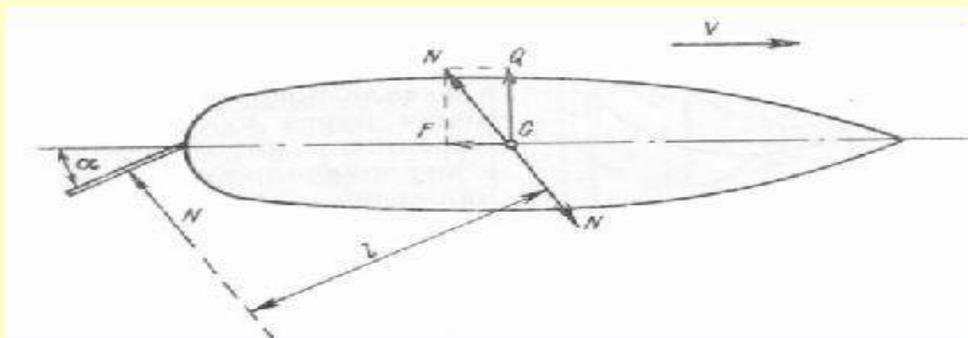
- При расчетах элементов статики, т.е. плавучести, остойчивости и непотопляемости используется прямолинейная, прямоугольная, правая, декартова система координат, жестко связанная с корпусом судна. Ее начало помещается в точке пересечения трех главных плоскостей - диаметральной (ДП);
- - основной (ОП);
- - мидель-шпангоута
- Принятое направление осей координат: Ox - в нос; Oy - на правый борт;
- Oz - вертикально вверх.
- Положение покоящегося судна относительно невозмущенной поверхности воды называется его **посадкой**.
- **ПОСАДКА** характеризуется тремя параметрами: средней осадкой на миделе - d_{cp} ; углом крена θ° - наклоном в поперечной плоскости; углом дифферента y° - наклоном в продольной плоскости.

Понятие об общей и местной прочности корпуса судна



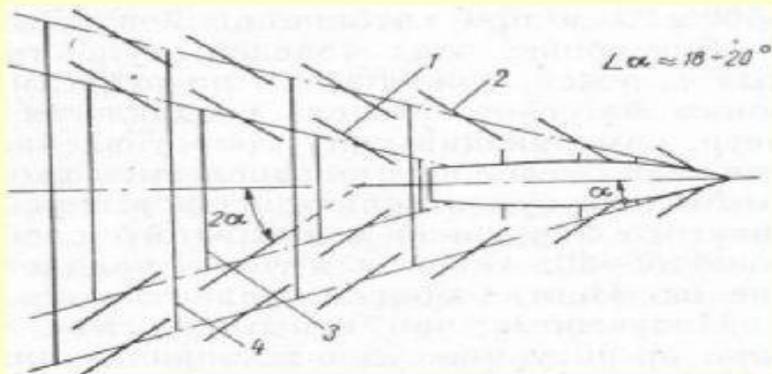
- **Прочность корпуса** - его способность противостоять воздействию внешних усилий без нарушения целостности и формы как всего корпуса в целом, так и его отдельных конструкций, конструктивных узлов и элементов.
- **Местная прочность** - способность противостоять силам, действующим в пределах лишь отдельных конструктивных элементов, таких как участки палуб, платформ, переборок, настила второго дна, крышек люков грузовых трюмов, находящихся под действием сил веса грузов, льда, давления забортной воды.
- мидель-шпангоут располагается на подошве волны, т.е. корпус испытывает прогиб;
- мидель-шпангоут располагается на вершине волны, т.е. корпус испытывает перегиб.

Тема 2.6. Управляемость судна



- **Управляемостью** судна называется его способность удерживать заданное направление движения или изменять его в соответствии с перекладкой пера руля. Управляемость характеризуется, с одной стороны, способностью судна противостоять на ходу действию внешних сил, затрудняющих удержание заданного направления движению, — *устойчивостью на курсе* и, с другой стороны, способностью судна изменять направление движения и двигаться по криволинейной траектории — эта способность называется *поворотливостью*.
- **Рыскливостью** называется способность судна самопроизвольно отклоняться от курса под влиянием внешних сил. Считается, что судно устойчиво на курсе, если для его удержания число перекладок руля не превышает 4—6 в минуту и судно при этом успевает отклониться от курса не выше 2—3°.
- Схема сил, действующих на судно при перекладке пера руля. N — равнодействующая сил давления воды на перо руля; l — плечо пары сил, вращающих судно; Q — сила дрейфа; F — лобовое сопротивление движению судна.

Тема 2.5. Ходкость судна и его движители

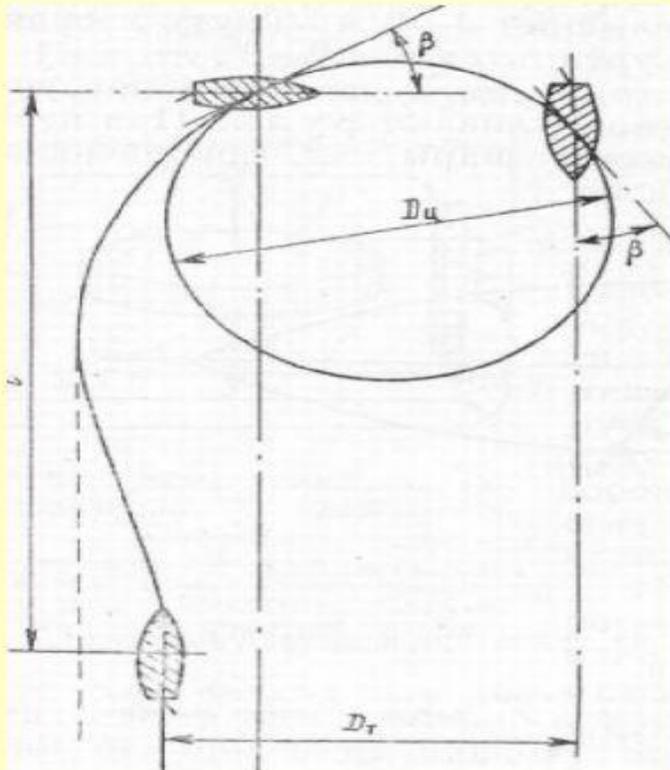


$$R = R_{\phi} + R_{\tau} + R_{B} + R_{П.Ч} + R_{B.З} ,$$

Ходкостью судна называется его способность перемещаться с заданной скоростью при затрате определенной мощности главных двигателей. При движении судна на него сразу же начинают действовать силы сопротивления воды и воздуха, направленные в сторону, противоположную его движению, преодолеваемые упорным давлением движителя. Сопротивления движению судна возрастают при увеличении его скорости и равны сумме отдельных сопротивлений. Сопротивление воды складывается из:

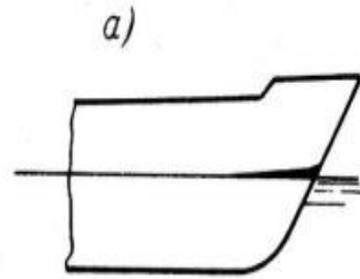
- а) сопротивления формы или вихревого сопротивления R_{ϕ} ;
- б) сопротивления трения R_{τ} , которое зависит от скорости судна и величины поверхности погруженной в воду части корпуса.
- в) волнового сопротивления R_{B} , зависящего от формы подводной части корпуса и представляющего собой затраты части мощности главного двигателя на образование системы волн, сопровождающей судно на ходу
- г) сопротивления выступающих частей R , зависящего от сопротивления отдельных выступающих частей, расположенных в подводной части корпуса: рулей, кронштейнов, боковых килей, выступающих деталей приборов и т. п.

Циркуляцией судна

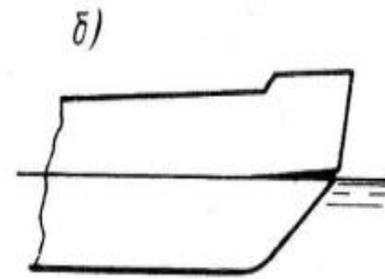


- Если руль идущего с определенной скоростью судна оставить положенным на борт, то центр тяжести судна (вокруг которого оно поворачивается) начнет изменять траекторию своего движения из прямой в криволинейную, постепенно переходящую в окружность постоянного диаметра $D_{ц}$, который называется *диаметром циркуляции*, а движение судна по такой траектории — *циркуляцией судна*. Диаметр циркуляции, выраженный в длинах судна, определяет степень поворотливости судна. Судно считается хорошо поворотливым, если $D_{ц} = (3/5) L$. Чем меньше диаметр циркуляции, тем лучше поворотливость судна. Расстояние l , пройденное судном между ЦТ его в момент перекладки руля и до поворота судна на 90° , измеренное по прямой его движения, называется *выдвигом*.
- Расстояние между положением диаметральной плоскости в начале поворота и после изменения курса судна на 180° , измеренное по перпендикуляру к первоначальному направлению движения, называется *тактическим диаметром циркуляции*, который обычно составляет $D_{т} = (0,9/1,2) D_{ц}$. Угол, образованный положением ДП и касательной к траектории движения судна при циркуляции, проведенной через точку G , называется *углом дрейфа* β .

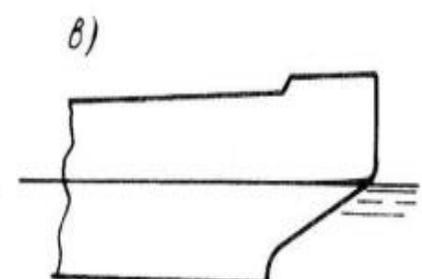
Носовые оконечности судна бывают:



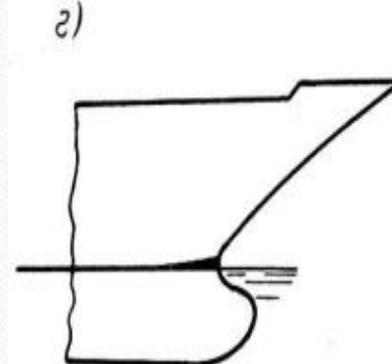
Обыкновенный с прямым
наклонным форштевнем



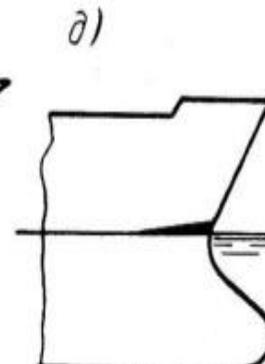
Полуледокольный
(судна ледового плавания)



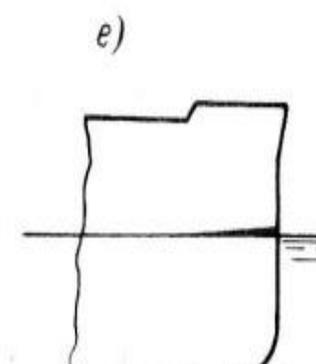
Ледокольный
(нос ледокола)



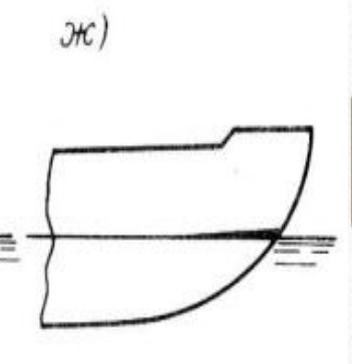
Клиперский нос с
бульбом
(быстроходное судно)



Бульбообразный



Цилиндрический
(нос супертанкера)



Ложкообразный
(нос рыболовного
судна)

Типичные формы носовой оконечности морских судов

Качка судна

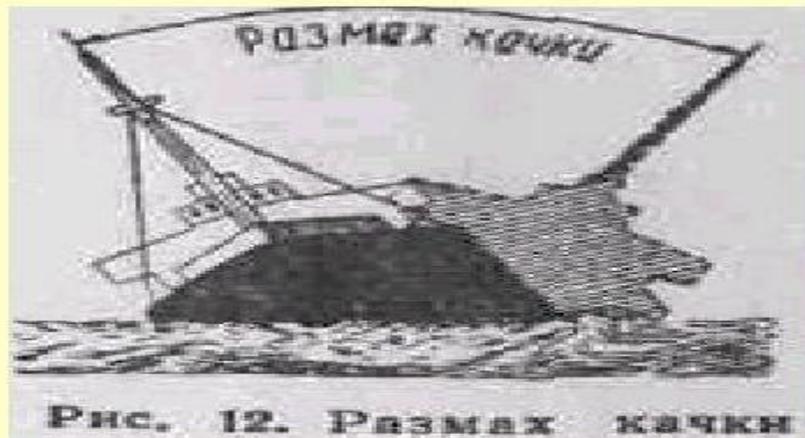
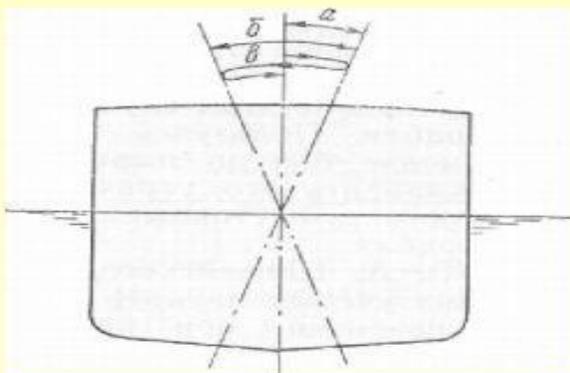
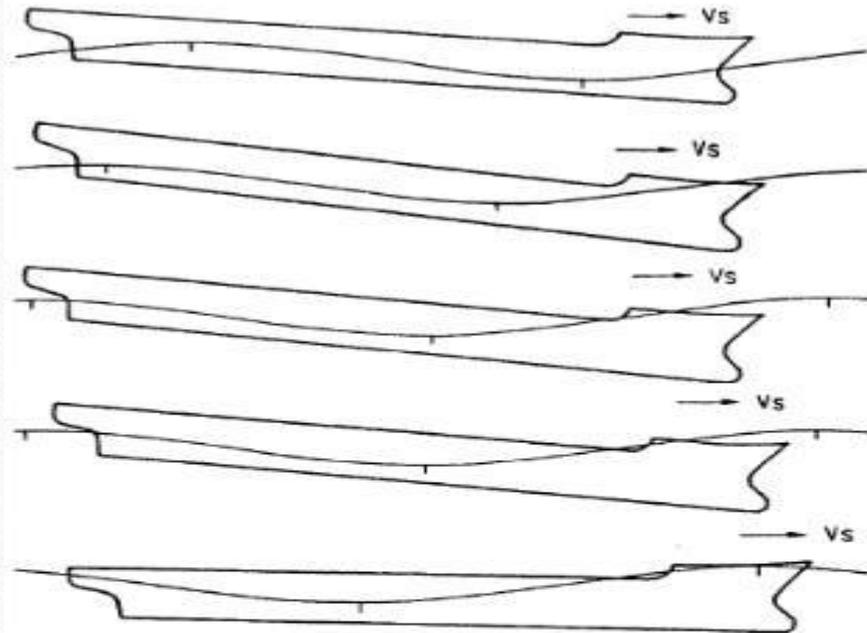


Рис. 12. Размах качки

- **Качка судна** — колебательные движения, которые судно совершает около положения его равновесия. Различают три вида качки судов:
 - а) *вертикальную* — колебания судна в вертикальной плоскости в виде периодических поступательных перемещений;
 - б) *бортовую* (или боковую) — колебания судна в плоскости шпангоутов в виде угловых перемещений;
 - в) *килевую* (или продольную) качку — колебания судна в диаметральной плоскости также в виде угловых перемещений.При плавании судна на взволнованной поверхности воды часто все три вида качки возникают одновременно или в различных комбинациях. Существенное влияние на все виды качки судна оказывает направление его движения по отношению к бегу волны. Качка судна вредно отражается на его эксплуатационных и мореходных качествах. Основной причиной качки судна является одновременное действие на него волн, сил плавучести и остойчивости. Основными характеристиками качки как периодического колебательного движения судна являются: амплитуда, размах и период качки

ЗАЛИВАНИЕ ПАЛУБЫ



Продольная качка судна с заливанием палубы



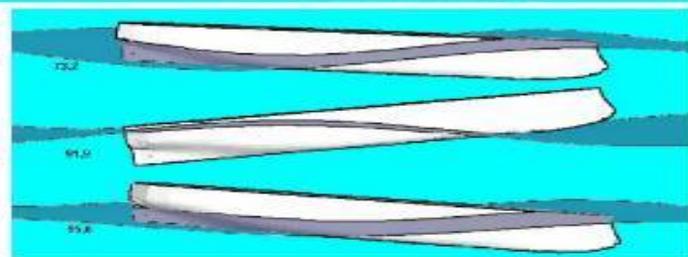
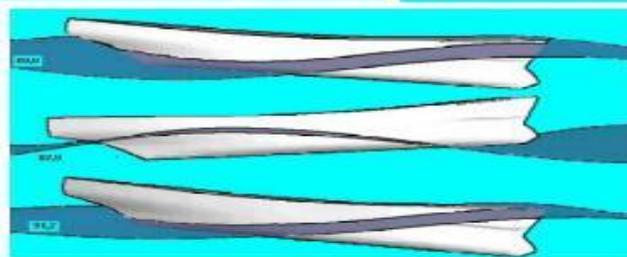
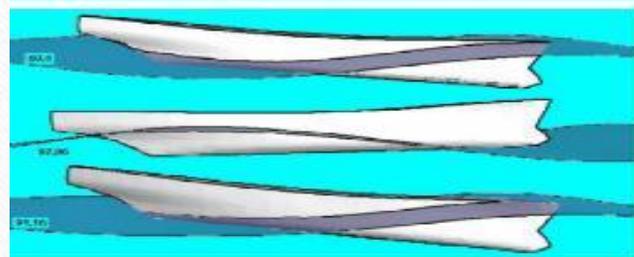
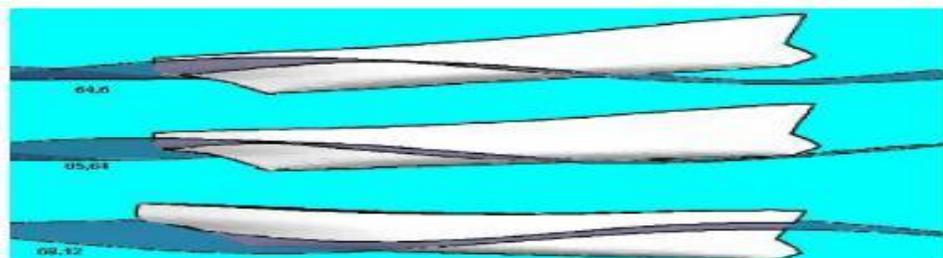
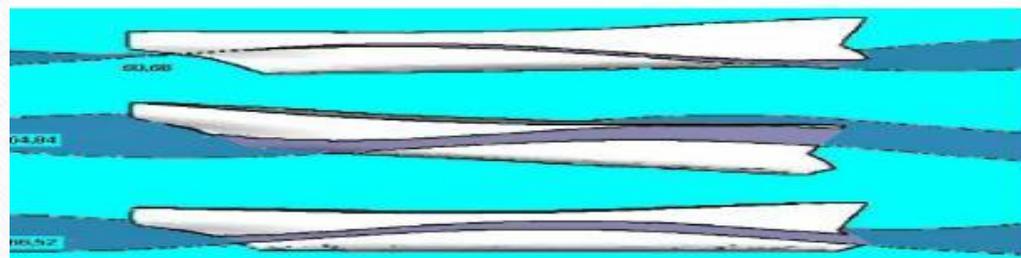
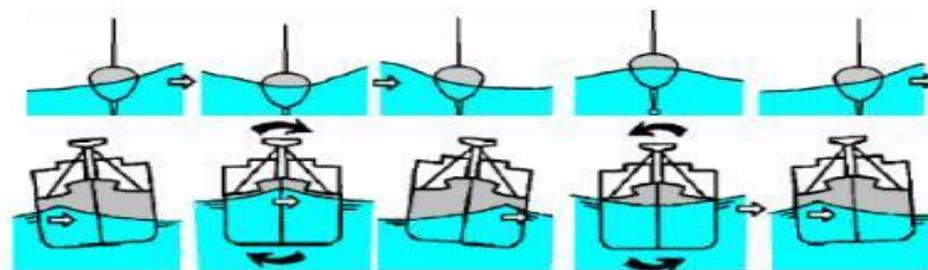
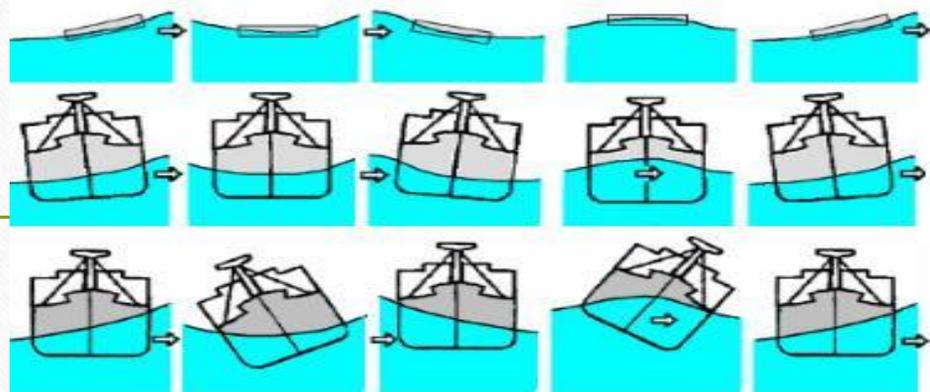
Основные фазы процесса заливания палубы



Параметры волны при заливании палубы

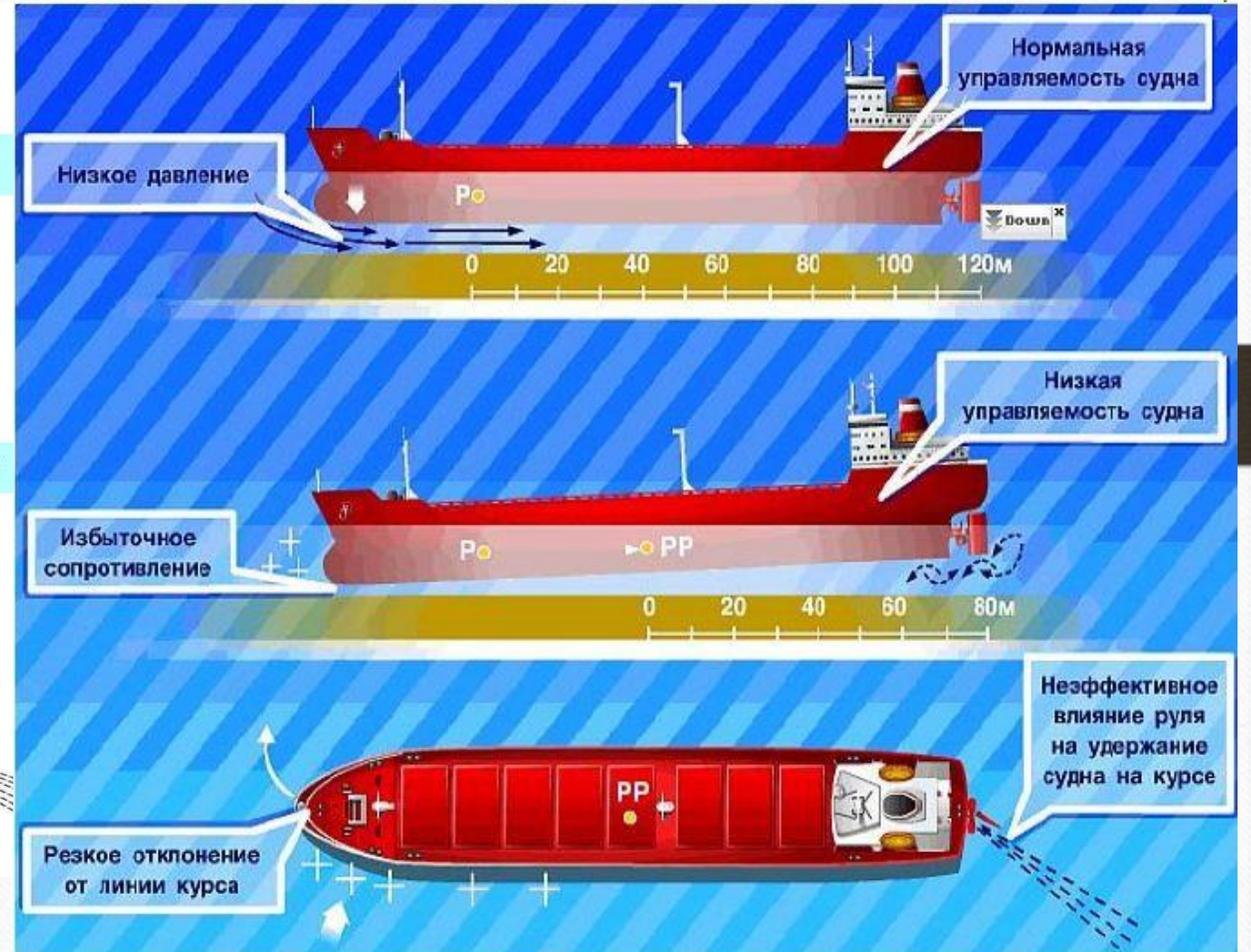
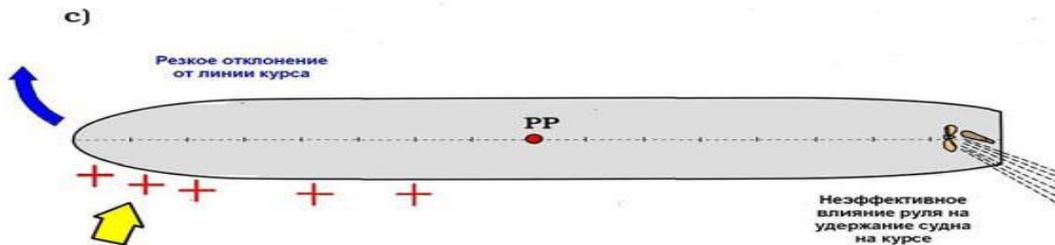
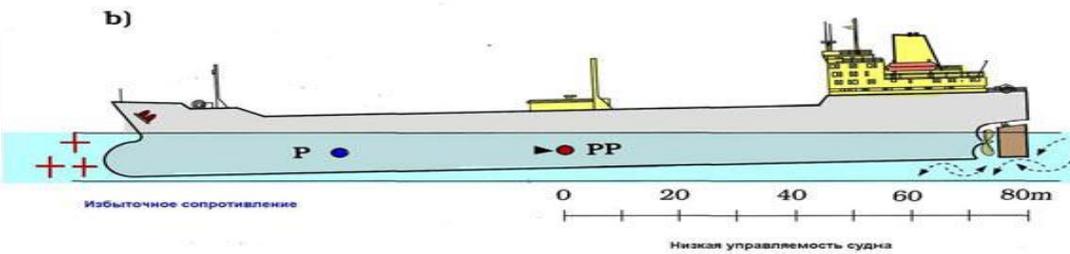
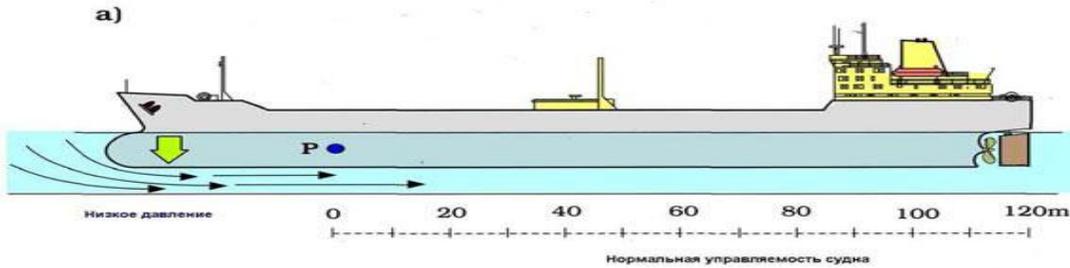


КАЧКА





Управляемость судном



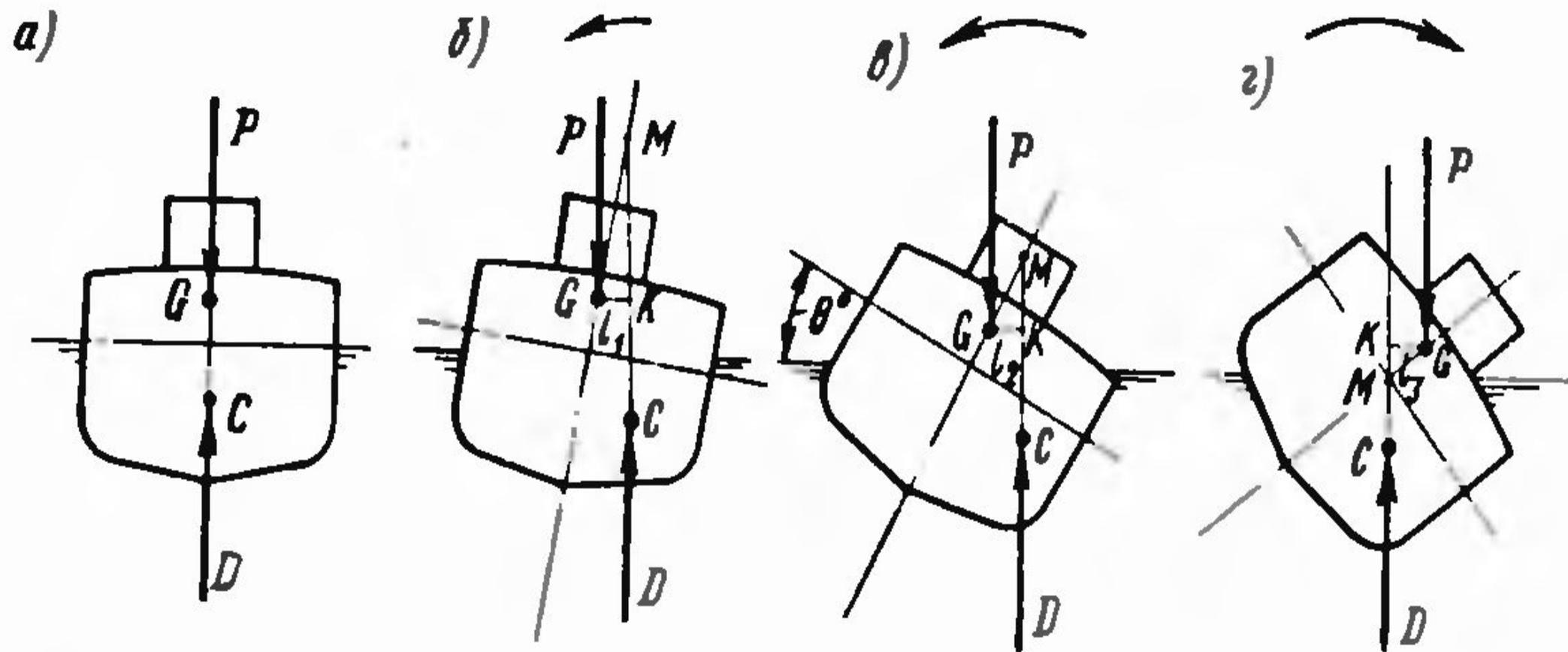
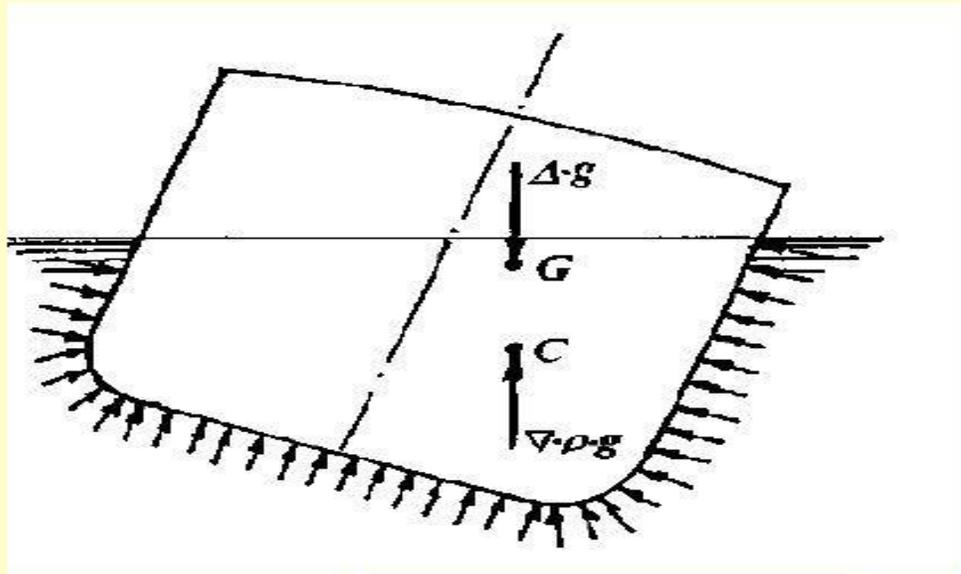


Рис. 4.11. Действие сил при накренении судна на большие углы

Первое условие равновесия

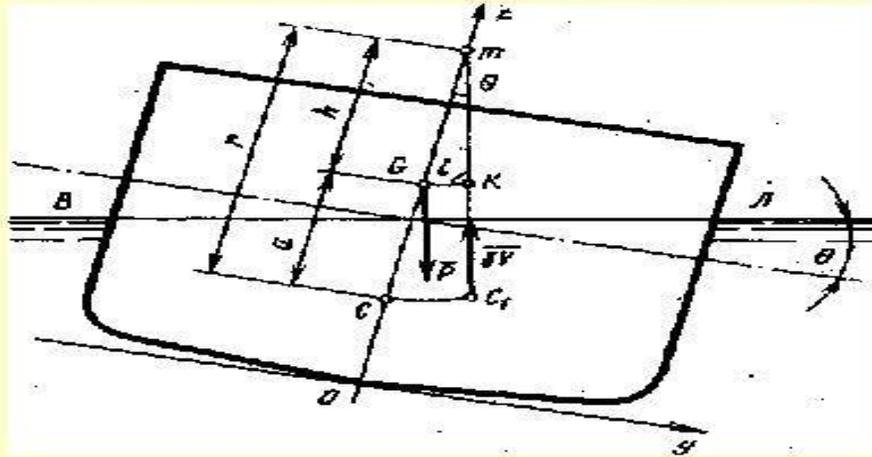


$$\Delta g = \nabla \rho g,$$

или $\Delta = \nabla \rho.$

- Силы, действующие на судно в покое
- - силы веса всех частей судна (корпус, установленные на борту механизмы и устройства, трубопроводы и кабельные сети, судовые запасы топлива и воды, экипаж с его багажом, перевозимый груз и пассажиры с их багажом), которые приводятся к равнодействующей силе веса $\Delta \cdot g$, направленной вертикально вниз и приложенной в центре тяжести судна O
- (Δ - масса судна, называемая водоизмещением, g - ускорение силы тяжести),
- Так как сила плавучести направлена вертикально вверх, а сила веса судна - вертикально вниз, то в положении равновесия главный вектор и главный момент этих сил обращаются в нули и **первое условие равновесия** запишется в виде
- Это условие называется уравнением плавучести
- $\Delta = \nabla \rho$

ЭЛЕМЕНТЫ НАЧАЛЬНОЙ ПОПЕРЕЧНОЙ ОСТОЙЧИВОСТИ



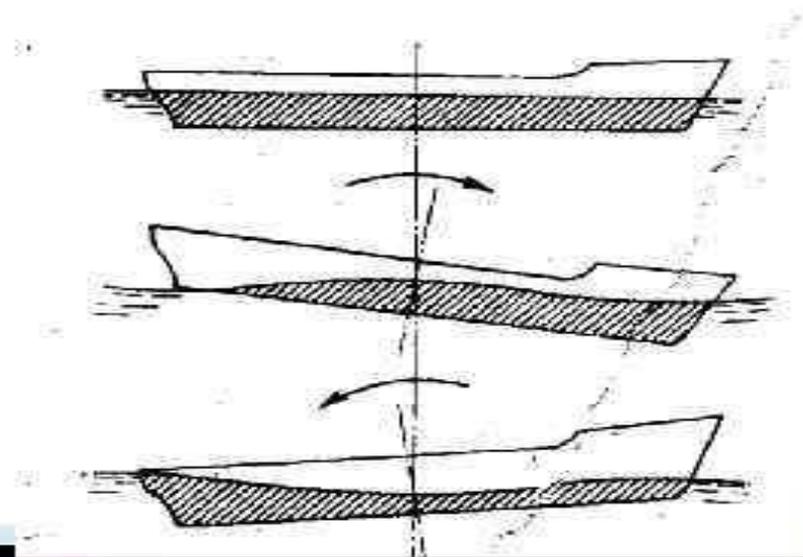
- При наклонении судна его *центр величины (ЦВ)* будет перемещаться по некоторой кривой, называемой *траекторией ЦВ*. При малом наклонении судна (не более 12°) допускают, что траектория *ЦВ* совпадает с плоской кривой, которую можно считать дугой радиуса r с центром в точке m .
- Радиус r называют *поперечным метацентрическим радиусом судна*, а его центр m - *начальным метацентром судна*.

- В **центре тяжести судна** (точка G) приложена сила веса P , направленная во всех случаях перпендикулярно к ватерлинии. Параллельно ей действует сила плавучести, γV приложенная в центре подводного объема судна – в так называемом **центре величины** (точка C).
- **Поперечный метацентр (m)** – это точка, являющаяся центром кривизны той траектории, по которой центр величины перемещается при наклонении судна.
- Расстояние между центром тяжести судна и начальным метацентром в конкретном варианте загрузки, измеренное в диаметральной плоскости (ДП), называется **начальной поперечной метацентрической высотой**.
- $h_0 = p + zc - zg, \quad h = zc + r - zg;$
- $h = zm - zc; \quad h = r - a,$
- где a - **возвышение центра тяжести (ЦТ) над ЦВ**.
- где zc — аппликата центра величины; zg — аппликата центра тяжести; zm — аппликата поперечного метацентра

Килевой качкой называют колебательные движения, совершаемые судном вокруг поперечной оси. Килевая качка возникает главным образом при движении судна поперек волны.

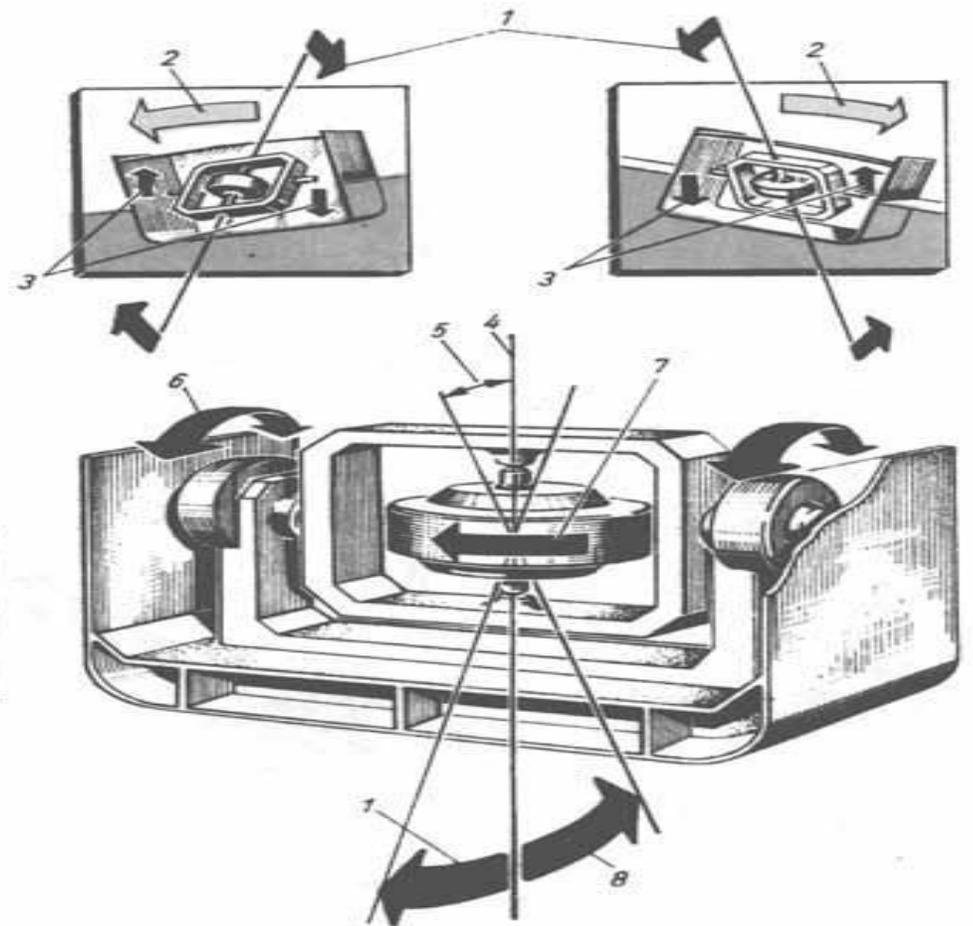
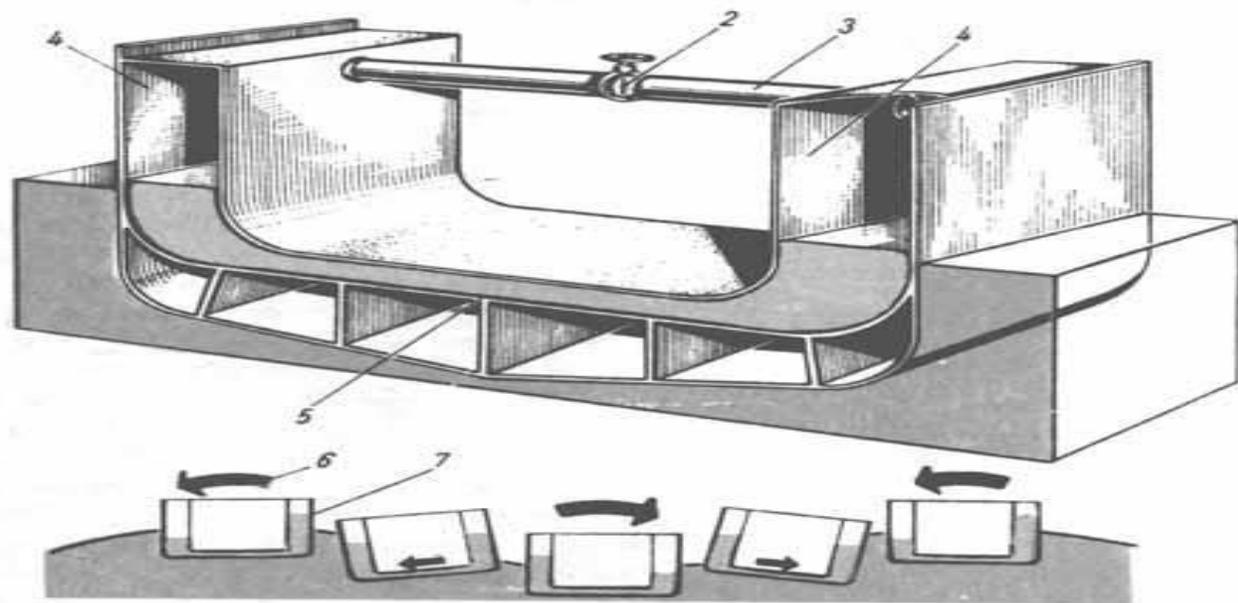
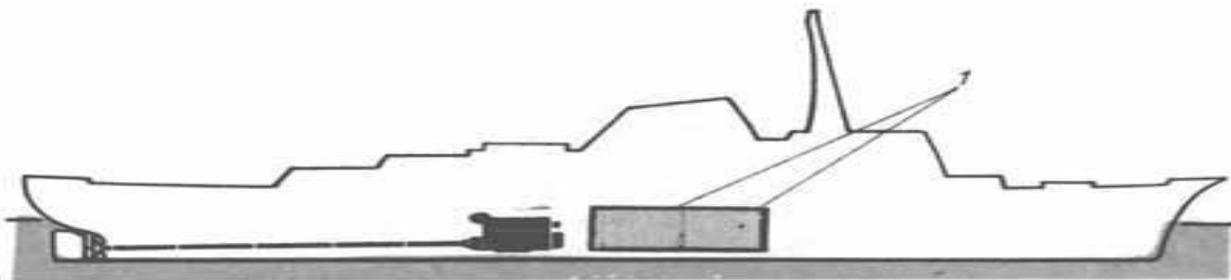
При плавании судна в разрез волны килевая качка представляет собой только вынужденные колебания и совершается с периодом возмущающей силы, т. е. с периодом набегающей волны.

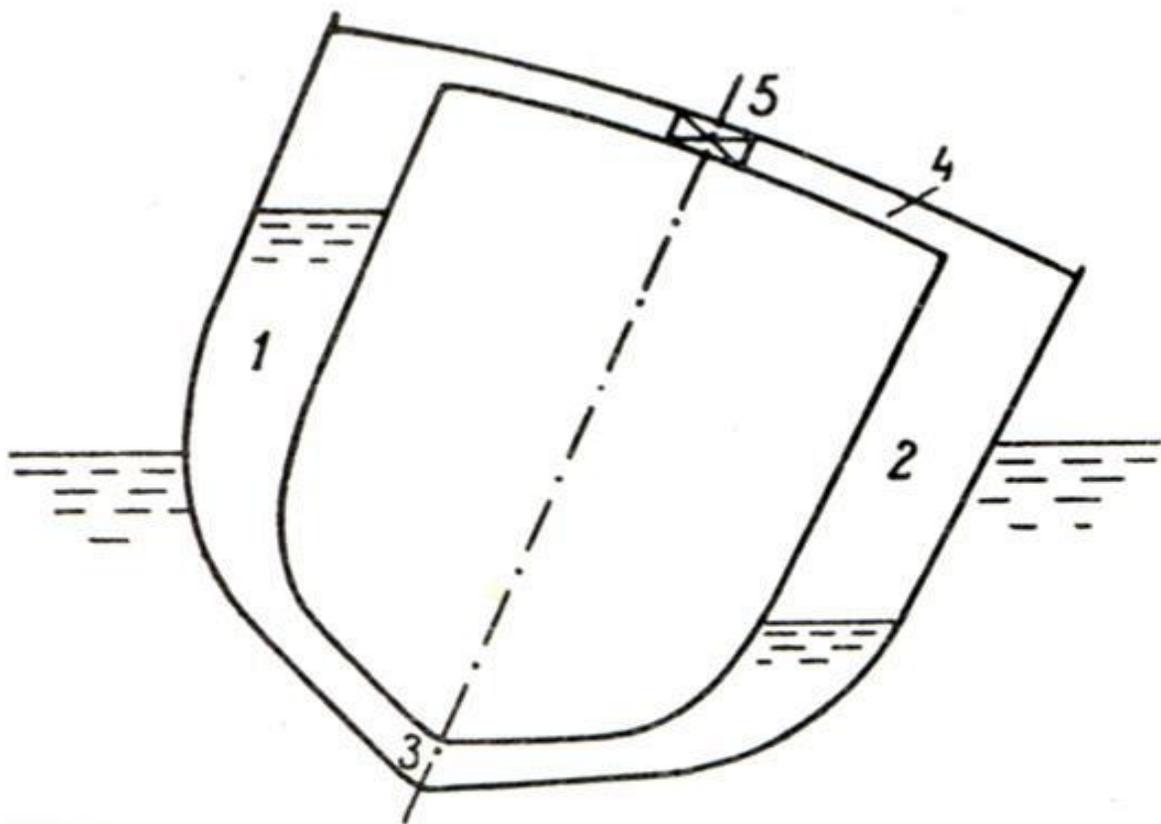
При килевой качке не возникает опасности опрокидывания судна через нос или корму, однако вполне возможно нежелательное заливание или оголение оконечностей и удары корпуса о воду (*слеминг*). Кроме того, несмотря на малые по сравнению с бортовой качкой амплитуды, ускорения, возникающие при этом в оконечностях, значительно превосходят ускорения от бортовой качки и представляют опасность для расположенных там механизмов.



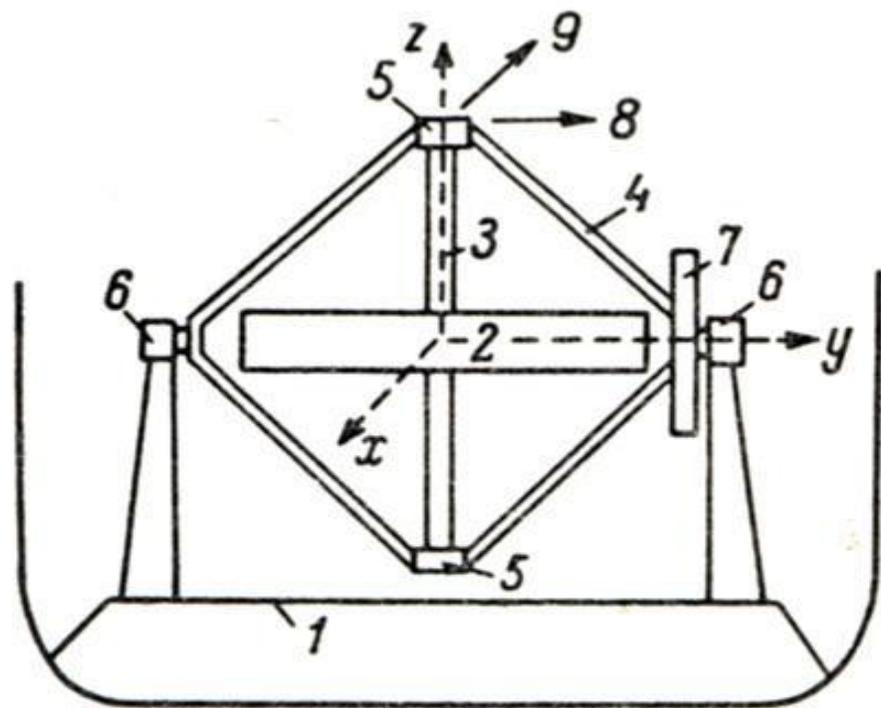
Килевая качка

Успокоители качки



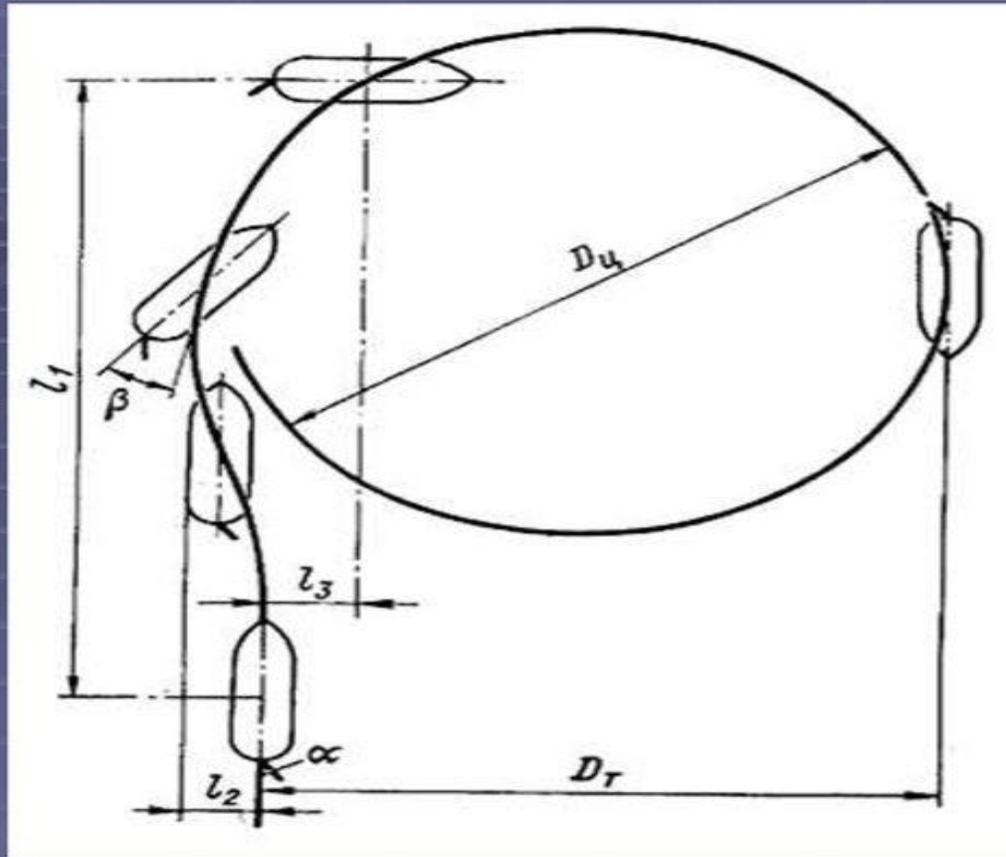


Схематический чертеж успокоительных систем.



Схематический чертеж гироскопического успокоителя качки.

Управляемость

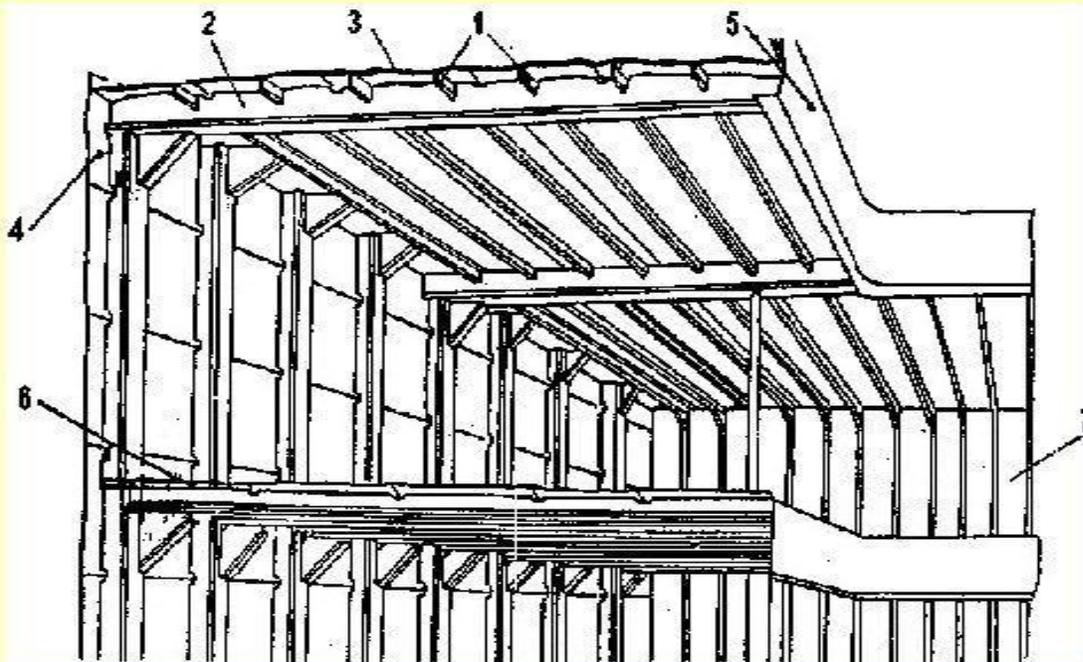


D_T — тактический диаметр циркуляции; $D_Ц$ — диаметр установившейся циркуляции; l_1 — выдвиг-расстояние между положениями центра тяжести судна в начальный момент циркуляции и после поворота на 90° ; $l_1 = (0,6 \div 1,2)D_Ц$; l_2 — обратное смещение; l_3 — прямое смещение — расстояние от линии первоначального курса до центра тяжести судна после поворота на 90° ; $l_3 = (0,4 \div 0,6)D_Ц$; β — угол дрейфа

- **Управляемостью** называется мореходное качество судна сочетающее в себе два понятия: **поворотливость** и **устойчивость** на курсе.
- **Поворотливость** — способность судна изменять направление движения под воздействием специальных устройств.
- **Устойчивость на курсе** — способность судна сохранять определенное заданное направление движения.
Практически ни одно судно не обладает абсолютной устойчивостью на курсе, вследствие влияния на движение различных факторов. Для исправления курса требуется постоянное вмешательство рулевого, или автоматических приспособлений.

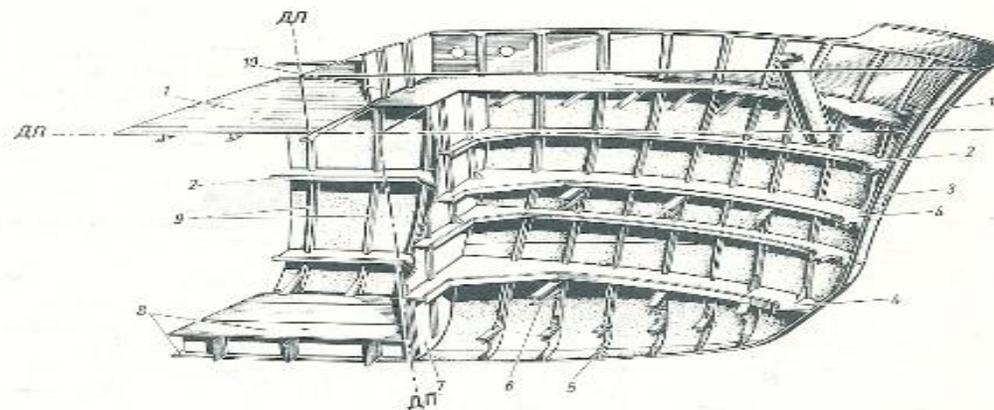
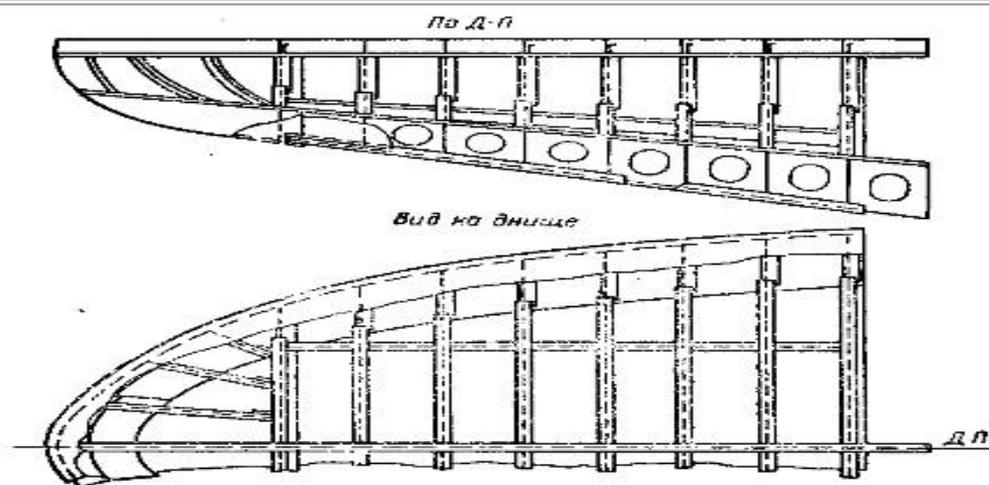
Оптимальными углами перекладки руля являются углы **от 3° до 35°** .
При перекладке руля на угол более **35°** эффективность действия руля на поворотливость резко снижается.

Тема 1.2. Типы судов. Конструкция корпуса металлических судов



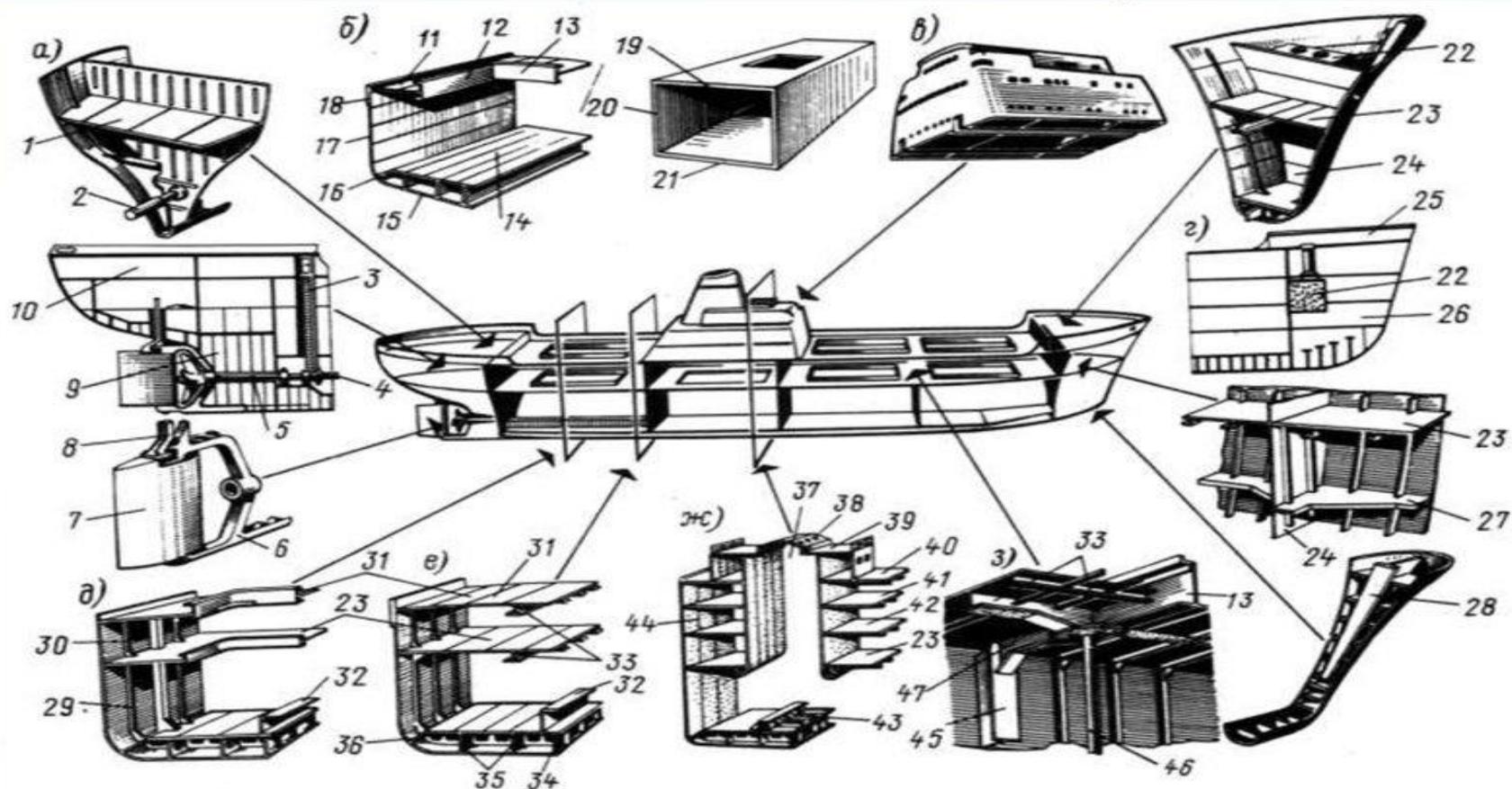
- Конструкция корпуса определяется назначением судна и характеризуется размерами, формой и материалом частей и деталей корпуса их взаимным расположением, способами соединения.
- Конструкция перекрытия верхней палубы сухогрузного судна.
- набранного по продольной системе
- 1 - продольные ребра жесткости; 2 - рамный бимс; 3 - палубный настил; 4 - ширстрек; 5 - комингс-карлингс; 6 - палуба твиндека; 7 - поперечная переборка

Конструкция оконечностей корпуса



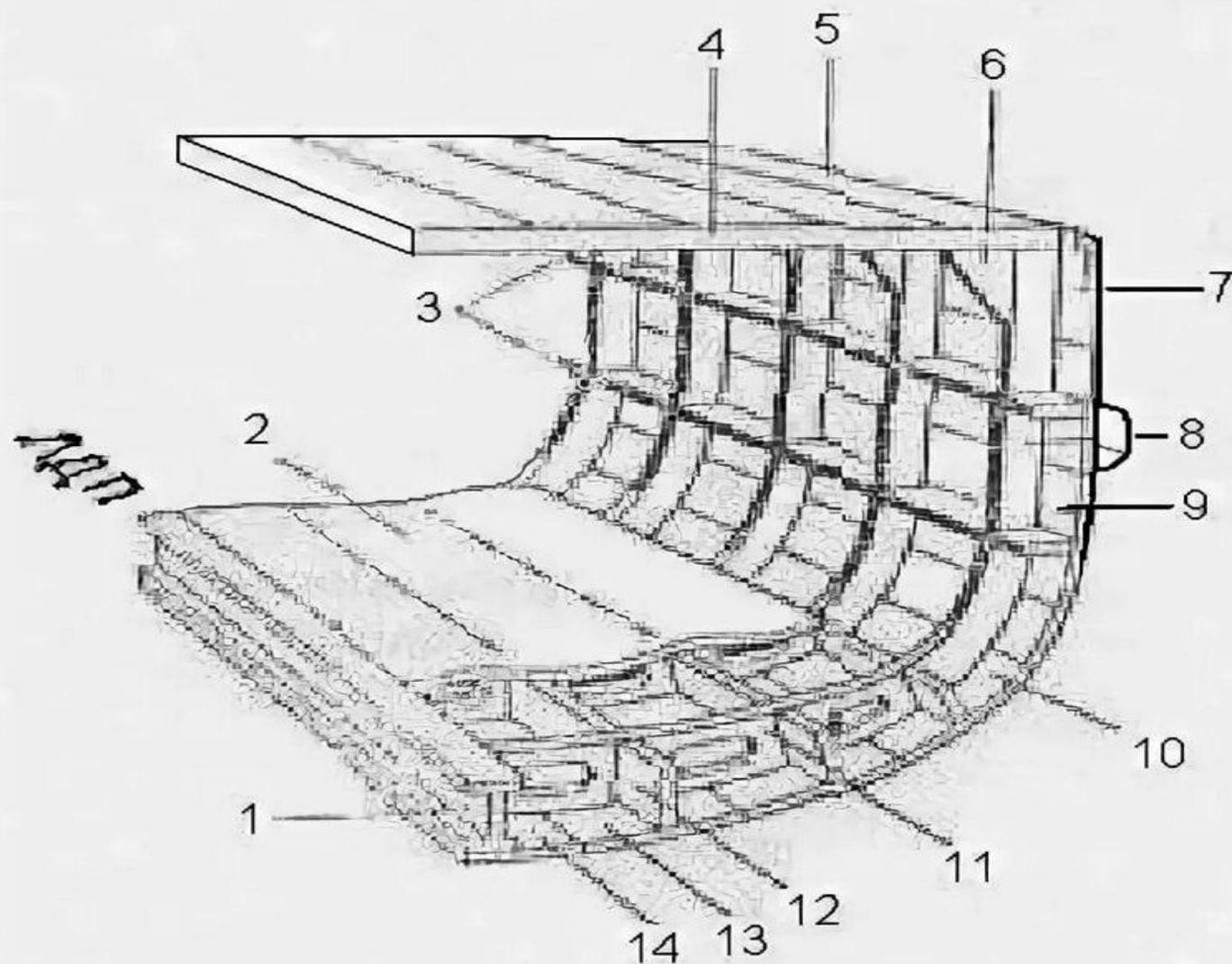
Оконечностями называют носовые и кормовые участки корпуса, которые отстоят от носового и кормового перпендикуляров на расстоянии $0,15 L$, (L -длина судна). Набор выполняют по поперечной системе. Шпацию уменьшают на 50 – 100мм. Флоры устанавливают на каждом шпангоуте, стенки флоров утолщают на 1мм. Вертикальный киль доводят до штевней, бортовые стрингеры доходят до форштевня, где соединяются горизонтальной кницей – брештуком.

ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИИ КОРПУСА



Части судового корпуса: а — корм. оконечность; б — корпус в виде трубчатой балки; в — надстройка; г — нос. оконечность; д — трюм в р-не люка; е — трюм в р-не межлюковой перемычки; ж — МО с шахтой; з — палуба в р-не угла люка; 1 — платформа ахтерпика; 2 — дейдвудная труба; 3 — авар. выход из туннеля греб. вала; 4 — греб. вал; 5 — дейдвудное уст-во; 6 — ахтерштевень; 7 — перо руля; 8 — баллер; 9 — ахтерпик; 10 — ют; 11 — палуба; 12, 13 — продольный и поперечный комингсы; 14 — настил второго дна; 15 — днищевая обшивка; 16 — скуловой пояс; 17 — борт. обшивка; 18 — ширстрек; 19 — верх. пояс эквив. бруса; 20 — стенка эквив. бруса; 21 — ниж. пояс эквив. бруса; 22 — цепной ящик; 23 — ниж. палуба; 24 — таранная переборка; 25 — бак; 26 — форпик; 27 — борт. стрингер; 28 — форштевень; 29, 30 — трюмный и твиндечный шпангоуты; 31 — верх. палуба; 32 — туннель греб. вала; 33 — карлингс; 34 — верт. киль; 35 — днищевой стрингер; 36 — крайний междудонный лист; 37 — шахта МО; 38 — светлый люк; 39 — крыша рубки; 40 — шлюпочная палуба; 41 — палуба надстройки; 42 — верх. палуба в р-не надстройки; 43 — фундамент под гл. двигатель; 44 — стенка надстройки; 45 — рамный шпангоут; 46 — пиллерс; 47 — концевой бимс

Смешанная система набора корпуса



- 1 – киль;
- 2 – настил второго дна;
- 3 – бортовые стрингеры;
- 4 – бимс;
- 5 – палубный стрингер;
- 6 – кница;
- 7 – ширстрек;
- 8 – шпангоут;
- 9 – боковой пояс (бархоут);
- 10 – скуловой пояс;
- 11 – флор;
- 12 – днищевой стрингер;
- 13 – шпунтовой пояс;
- 14 – килевой пояс;
- ЛДП – линия диаметральной плоскости

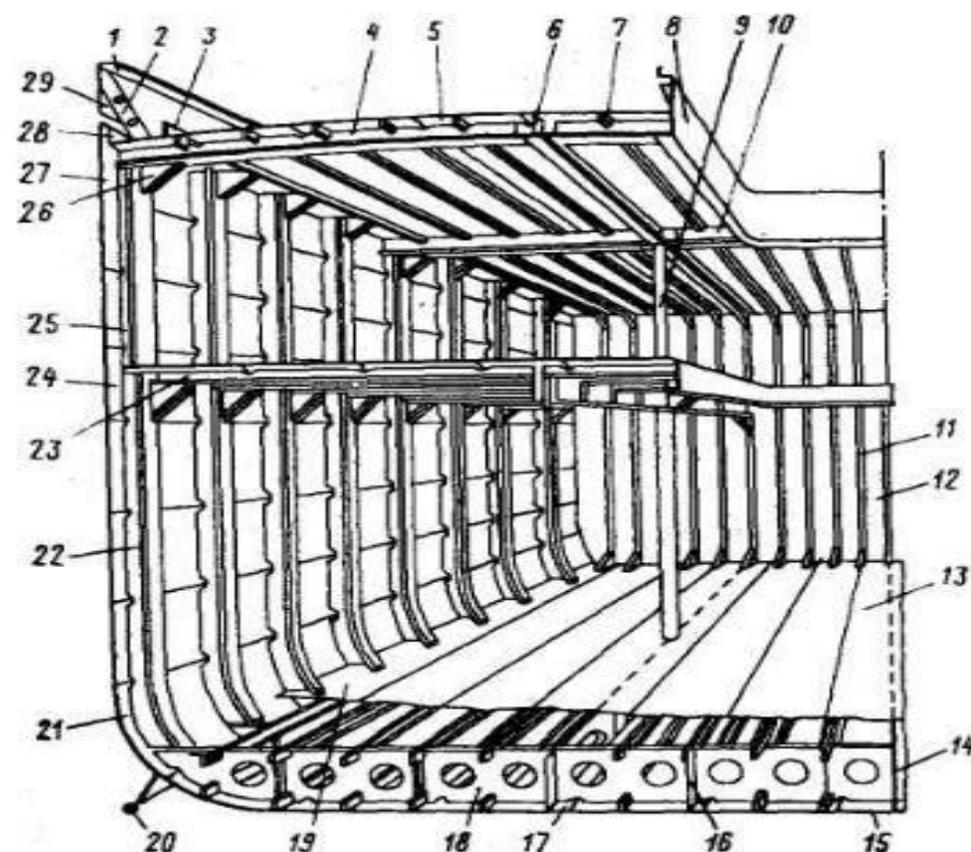
Балки поперечного набора устанавливают на определенном расстоянии одну от другой, называемом **шпангоутным расстоянием**.

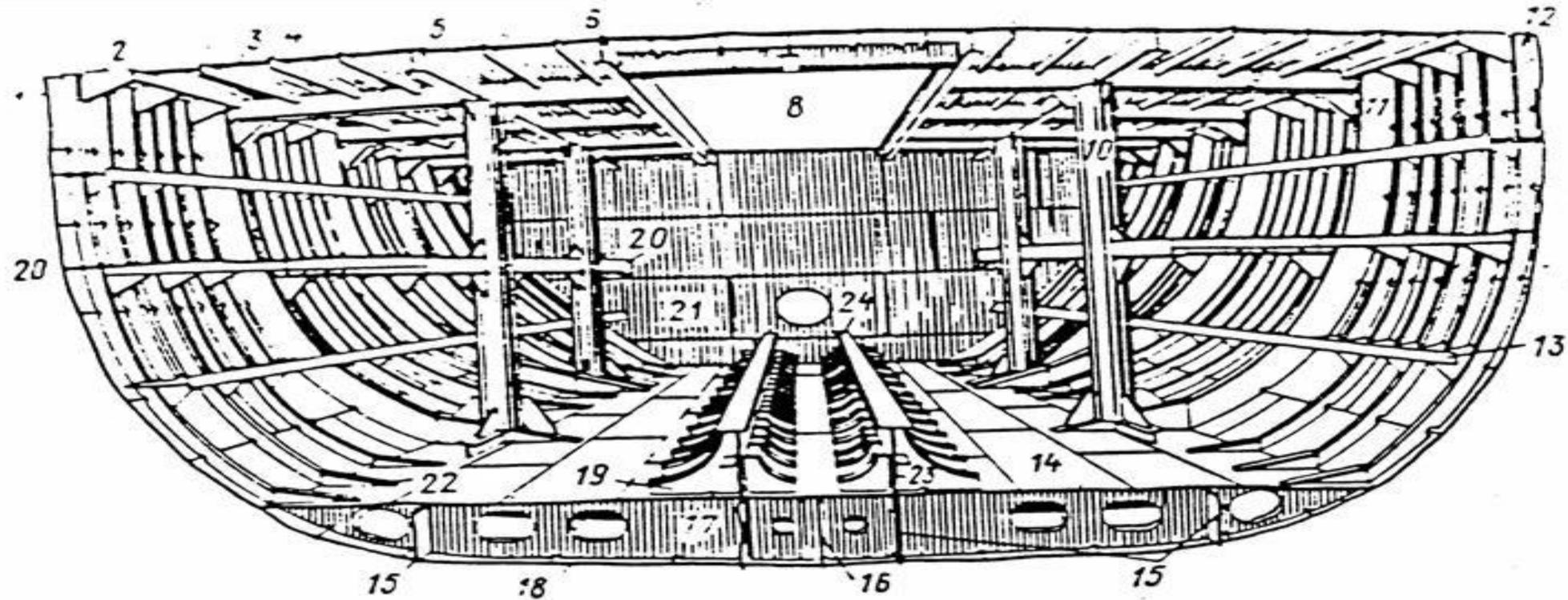
Промежуток между этими балками называют **шпацией**.

Шпангоуты, на которых установлены балки поперечного набора, называют **практическими шпангоутами**, в отличие от теоретических, или просто **шпангоутами**.

Поперечный разрез сухогрузного судна.

1 - планширь судна; 2 - стойка фальшборта; 3 - полоса ватервейса судна; 4 - рамный бимс; 5 - настил палубы судна; 6 - карлингс; 7 - продольная подпалубная балка судна; 8 - комингс люка судна; 9 - пиллерс судна; 10 - концевой бимс; 11 - стойка переборки судна; 12 - непроницаемая переборка корпуса судна; 13 - настил второго дна судна; 14 - вертикальный киль судна; 15 - горизонтальный киль судна; 16 - днищевой стрингер судна; 17 - наружная днищевая обшивка судна; 18 - флор; 19 - крайний междудонный лист судна; 20 - скуловой киль судна; 21 - скуловой пояс наружной обшивки судна; 22 - трюмный шпангоут судна; 23 - бимс; 24 - бортовая наружная обшивка судна; 25 - твиндечный шпангоут судна; 26 - бимсовая кница; 27 - ширстрек; 28 - стрингерный угольник судна; 29 - фальшборт.





ОТВЕТ:

1 — ширстрек; 2 — кница; 3 — настил палубы; 4 — ребро жесткости палубы; 5 — карлингс; 6 — карлингс-комингс; 7 — комингс-бимс; 8 — шахта МО; 9 — рамный бимс; 10 — пиллерс; 11 — рамный шпангоут; 12 — обыкновенный шпангоут; 13 — бортовой стрингер; 14 — настил второго дна; 15 — днищевые трингера; 16 — вертикальный киль; 17 — флор; 18 — днищевая обшивка; 19 — подкрепления фундамента; 20 — платформа; 21 — поперечная переборка; 22 — крайний междудонный лист; 23 — днищевой стрингер; 24 — фундаментный пояс

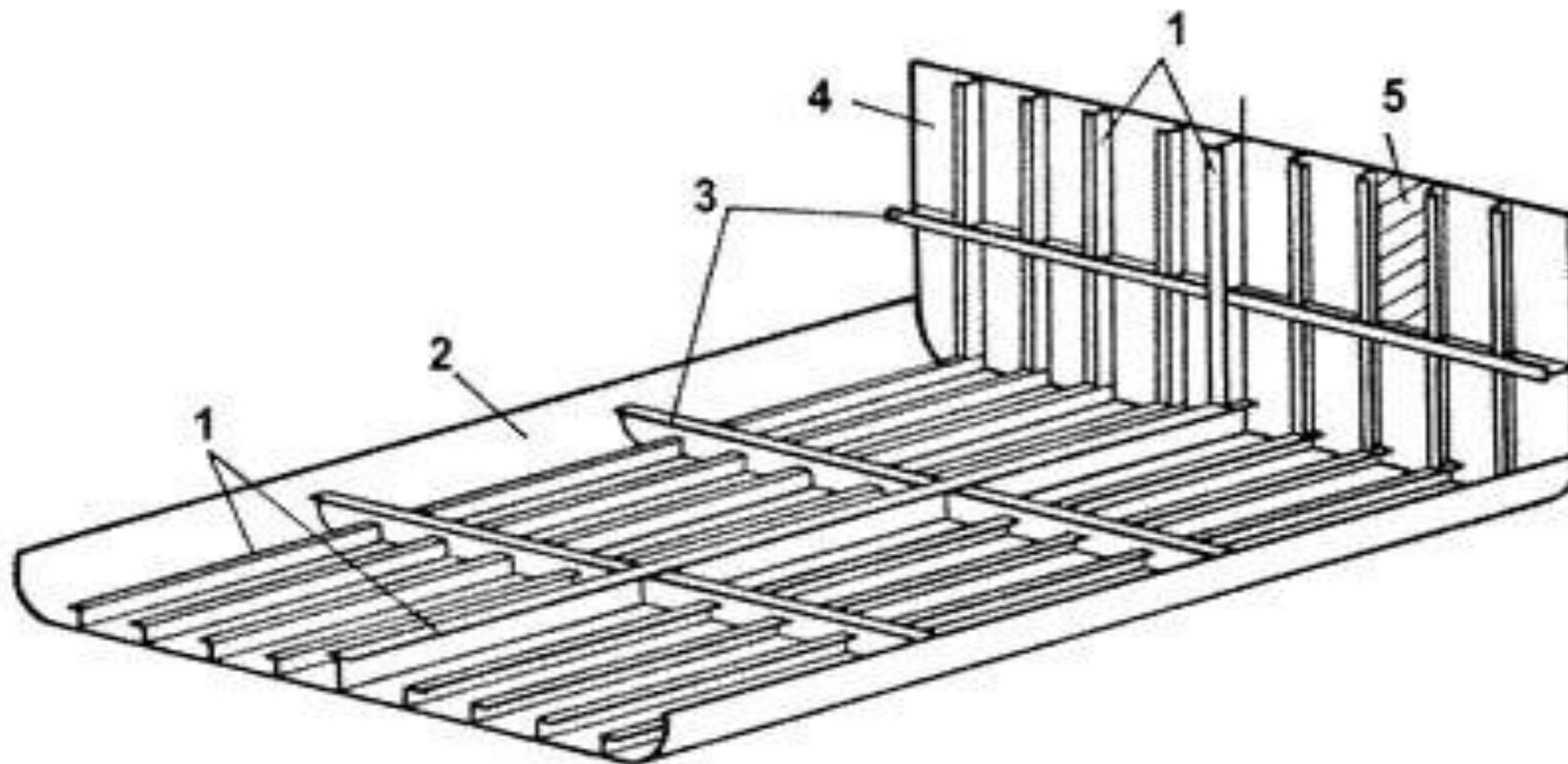
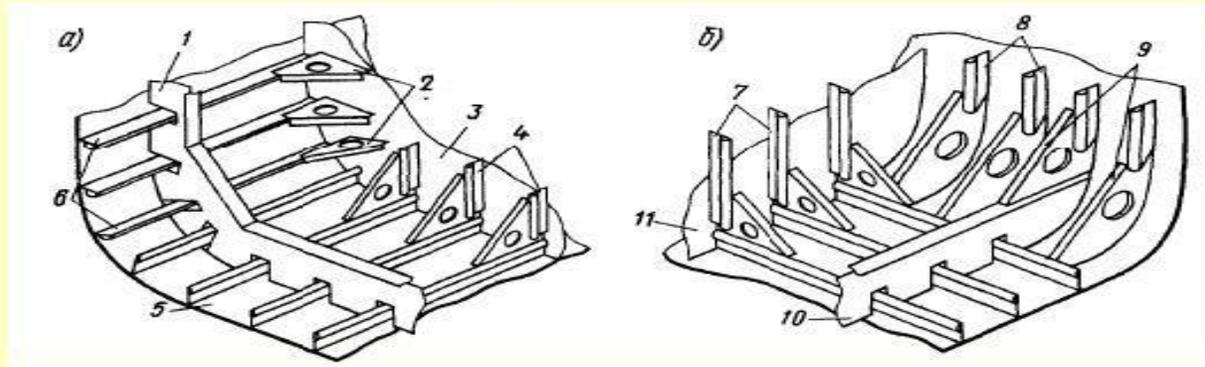


Рис 5.4. Судовые перекрытия.

1 — башки клеевого наплавления, 2 — днищевое перекрытие, 3 — поперечные связи, 4 — переборка, 5 — пластина.

Продольная система

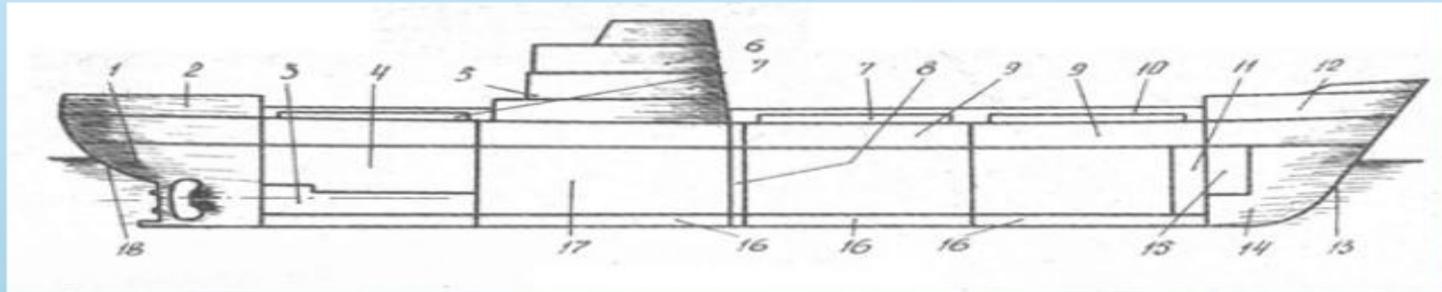


- При *продольной системе* набора во всех перекрытиях в средней части длины корпуса балки главного направления расположены вдоль судна. Оконечности же судна при этом набираются по поперечной системе набора, т.к. в оконечностях продольная система не эффективна. Балками главного направления в средних днищевых, бортовых и палубных перекрытиях являются соответственно днищевые, бортовые и подпалубные продольные ребра жесткости: стрингеры, карлингсы, киль. Перекрестными связями служат флоры, шпангоуты и бимсы.
- Применение продольной системы в средней части длины судна позволяет
- обеспечить высокую продольную прочность. Поэтому данная система применяется
- на длинных удах, испытывающих действию большого изгибающего момента.

Самостоятельное задание

№1

➤ Карточки- задания.



- ✓ Задача 1. Определить наименования основных отсеков и конструктивных элементов корпуса сухогрузного судна указанных на рисунке цифрами.
- ✓ Задача 2. Указанные на рисунке цифрами основные отсеки и конструктивные элементы имеют развернутые определения.
- ✓ Задача 3. Перевести названия указанных отсеков на английский язык.

РЕЗУЛЬТАТ - 100%

Самостоятельное задание

№2

Вопрос № 1 «Основные понятия прочности корпуса корабля».

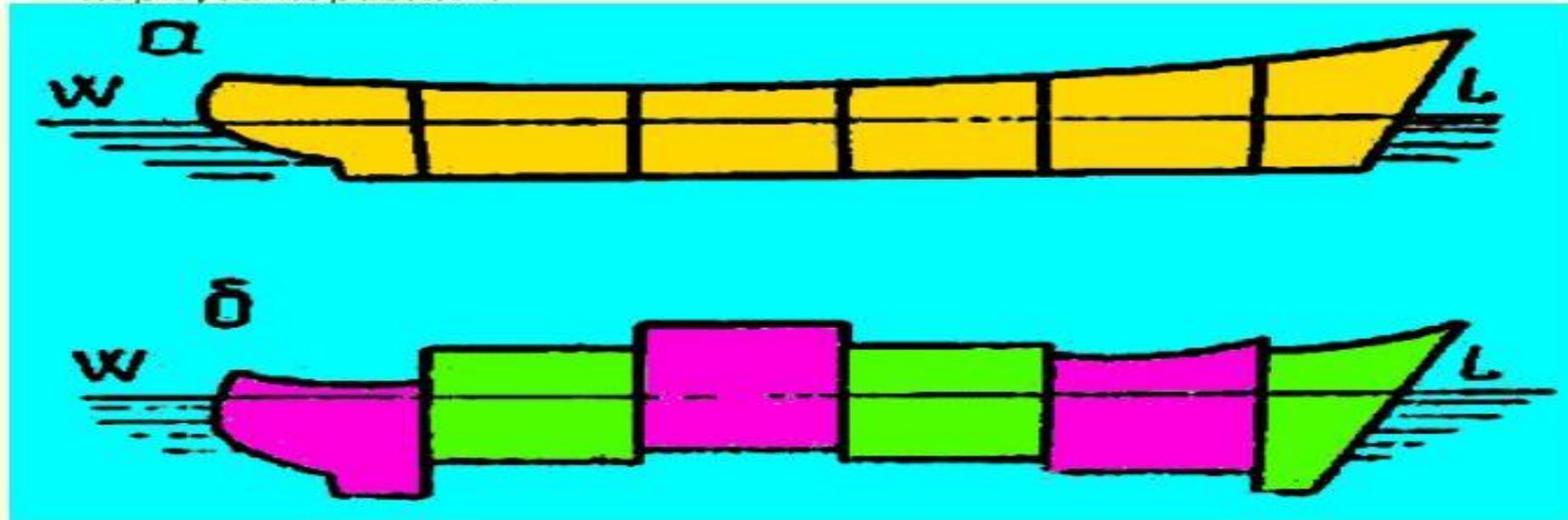


Рис.1. Изменение положения отсеков корабля при воздействии на него сил тяжести и сил плавучести

Самостоятельное задание

№3

Элементы корпуса судна

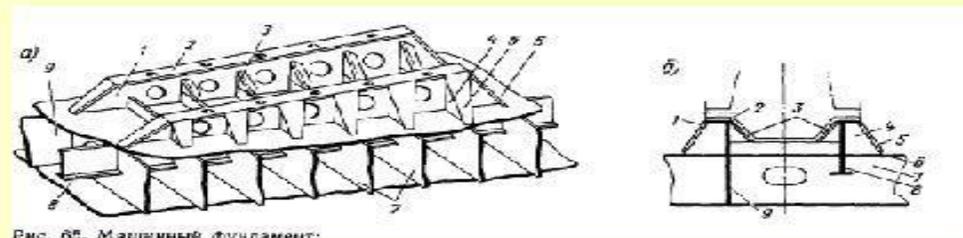
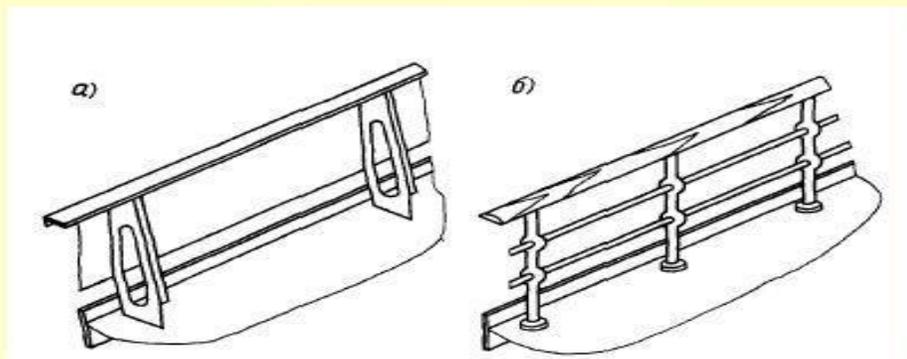
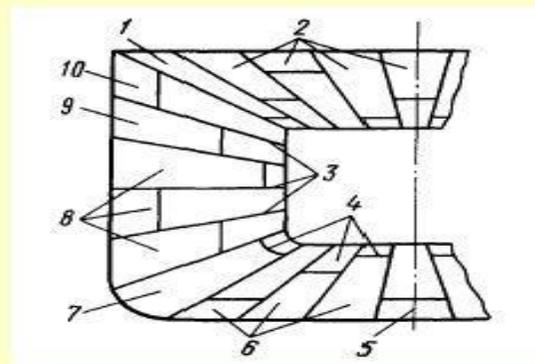
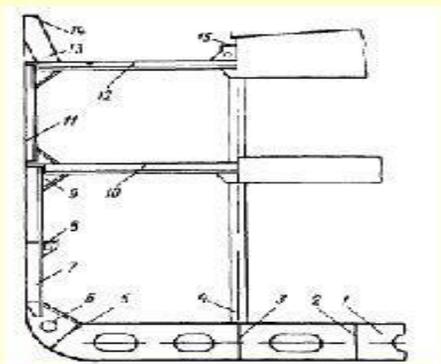
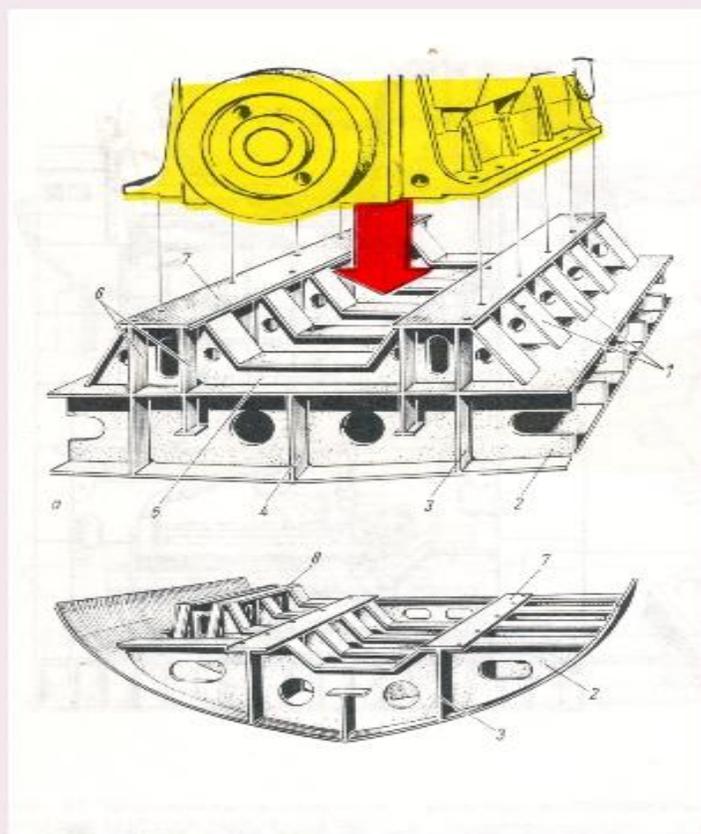


Рис. 65. Машинный фундамент:

Конструкция машинного отделения



Корпус судна в машинном отделении имеет поперечную систему набора. На каждой шпации устанавливаются флорные или рамные шпангоуты, у которых толщину стенок увеличивают на 1 мм. Фундамент под главный двигатель изготавливают из листовой стали в виде двух продольных балок, которые совмещаются с кильсонами. Верхние горизонтальные полосы фундамента делают толщиной 10-20 мм и шириной не менее опорной поверхности рамы двигателя. Вспомогательные двигатели и механизмы в машинном отделении устанавливают на фундаментах выполненных из балок таврового или двутаврового сечения.