

*Специальные
системы судов*

—

*контейнеровозов,
ледоколов,...*

Креновые системы

Назначение: приём в цистерны, перекачка и удаление за борт водяного балласта с целью выравнивания крена судна или создания искусственного крена.

Креновая система предусматривается в случае необходимости на судах, на которых может возникнуть опасное значение крена, которое не может быть оперативно устранено балластной системой - например, контейнеровозах, судах для перевозки нестандартных и крупногабаритных грузов.

Особое значение креновая система имеет на ледоколах, где она выполняет задачу раскачивания корпуса судна вокруг продольной оси с целью освобождения ледокола от сжатия льдов и облегчения его схода с кромки льда. Это достигается за счёт того, что креновая система при своей работе:

- способствует переводу статического трения об лёд в динамическое, уменьшая тем самым суммарную силу трения,

способствует разрушению льда изгибом в зоне его контакта с корпусом.

Требования.

Ни в одних Правилах классификационных учреждений нет положений, строго регламентирующих основные параметры креновых систем. На основании опыта проектирования и эксплуатации ледоколов можно сформулировать следующие рекомендации к проектированию:

1. Возможность создания крена $(6^{\circ}8^{\circ})$.
2. Время перекачки балласта должно лежать в пределах $(1,5^5)$ мин.
3. Креновая система не должна оказывать влияния на дифферент. Для этого следует располагать креновые цистерны симметрично мидель-шпангоута.
4. Креновая система должна работать с минимальным количеством балласта. Для этого следует располагать креновые цистерны в наиболее широкой средней части корпуса судна (чтобы обеспечить возможно большее плечо кренящей силы) и как можно выше - как правило, между

верхней и нижней палубами (чтобы снизить поперечную остойчивость).

5. Работа креновой системы ледоколов для раскачивания судна с заданным периодом наклона должна осуществляться автоматически.

Компоновка.

Как правило, на современных ледоколах креновая система проектируется по автономному принципу (рис. 1.6.5).

Креновые цистерны 1 располагаются попарно по бортам симметрично мидель-шпангоута. Каждая пара цистерн соединяется отдельным трубопроводом 6 и обслуживается отдельным осевым реверсивным насосом 8. В качестве арматуры в системе используются клинкетные задвижки 3 и поворотные затворы 5. По обеим сторонам насоса устанавливаются линзовые компенсаторы 7 для предотвращения смещения насоса и деформации трубопроводов при сжатии корпуса судна во льдах.

Предусматривается возможность обслуживания креновых цистерн балластным насосом, для чего

трубопровод креновой системы соединяется с трубопроводом балластной системы 4. Система может заполняться водой и опорожняться через кингстон, расположенный в ледовом ящике 2.

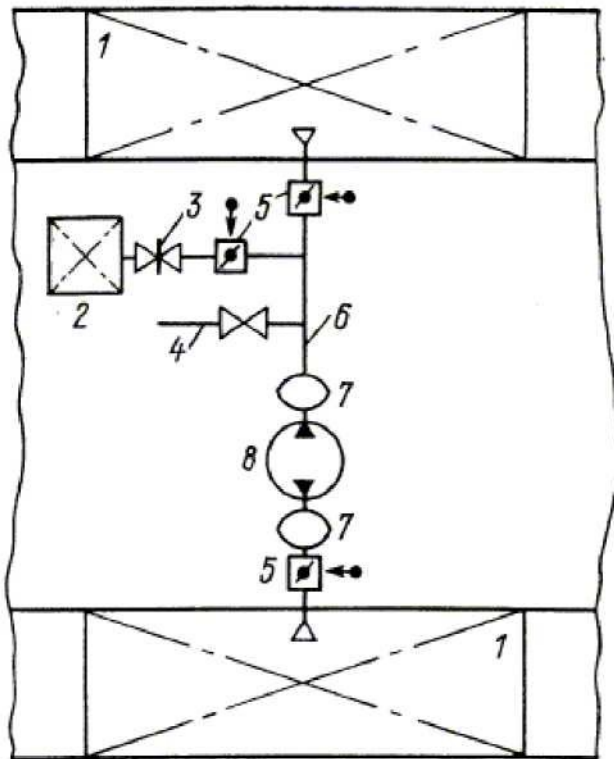


Рис. 1.6.5. Принципиальная схема креновой системы ледокола.

Дифферентные системы

Назначение: приём в цистерны, перекачка и удаление за борт водяного балласта с целью выравнивания дифферента судна или создания искусственного дифферента.

Особое значение дифференциальная система имеет на ледоколах, где она является одним из основных средств освобождения судна от заклинивания во льдах. Для этого либо создают продольные наклоны судна, что способствует переходу статического трения в динамическое, либо производят опорожнение дифференциальных цистерн для снижения давления корпуса на лёд, а следовательно, и сил трения. При заклинивании во льдах происходит всплытие корпуса судна (вытеснение из воды), в результате чего сила тяжести превышает силу Архимеда. Если в этом случае вес выброшенного из дифференциальных цистерн балласта равен или близок к значению потерянной силы плавучести при заклинивании, то нормальные давления, а следовательно и силы трения, в районе контакта уменьшаются до нуля.

Требования:

Ни в одних Правилах классификационных учреждений нет положений, строго регламентирующих основные параметры дифференциальных систем. Поэтому выбор

характеристик дифференциальных систем при проектировании производится на основании имеющегося опыта проектирования и эксплуатации ледоколов.

Рекомендации при проектировании:

1. Суммарный объём балластных цистерн должен лежать в пределах $(6^{10})\%$ от водоизмещения.
2. Время перекачки балласта (или заполнения и опорожнения цистерн) должно лежать в интервале (10^{15}) мин. С другой стороны, это время должно в 1,5 - 2 раза превышать время перекачки балласта в креновых цистернах.
3. Дифференциальные цистерны располагаются в оконечностях судна симметрично ДП. Требования по высоте расположения цистерн нет, т.к. положение центра тяжести балласта мало влияет на величину продольной метацентрической высоты.
4. **Работа дифференциальной системы ледоколов для раскачивания судна с заданным периодом** наклона должна осуществляться автоматически.

Компоновка.

Дифференциальные системы могут проектироваться по централизованному или автономному принципу.

При проектировании по централизованному принципу носовые и кормовые цистерны обслуживаются одним и тем же насосом, связывающая цистерны магистраль проходит по всей длине судна (рис. 1.6.6). Такая схема дифференциальной системы называется *замкнутой*.



Рис. 1.6.6. Замкнутая дифференциальная система

Достоинством данной схемы является возможность использовать её насосы для креновых систем и снимает надобность в собственных заборных отверстиях креновой системы. Однако на больших ледоколах данная схема не получила распространения, так как прокладывая по всей длине судна трубопровод большого диаметра не рационально.

При проектировании по автономному принципу носовые и кормовые дифференциальные цистерны не сообщаются между собой и обслуживаются каждая своими насосами. Такая схема дифференциальной системы называется *открытой* (рис. 1.6.7).

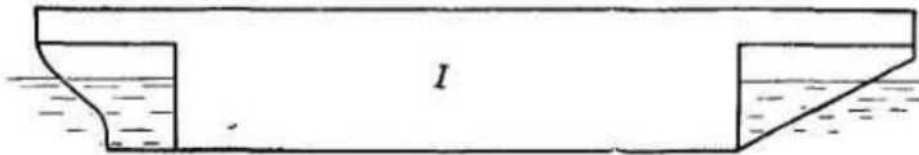


Рис. 1.6.7. Открытая дифференциальная система

Преимуществом такой схемы является сокращение времени заполнения (опорожнения) цистерн, оперативность и живучесть системы. **Именно такая схема получила наибольшее распространение на современных больших ледоколах.**

Принципиальная схема дифференциальной системы, обслуживающей носовую дифференциальную цистерну, приведена на рис. 1.6.8.

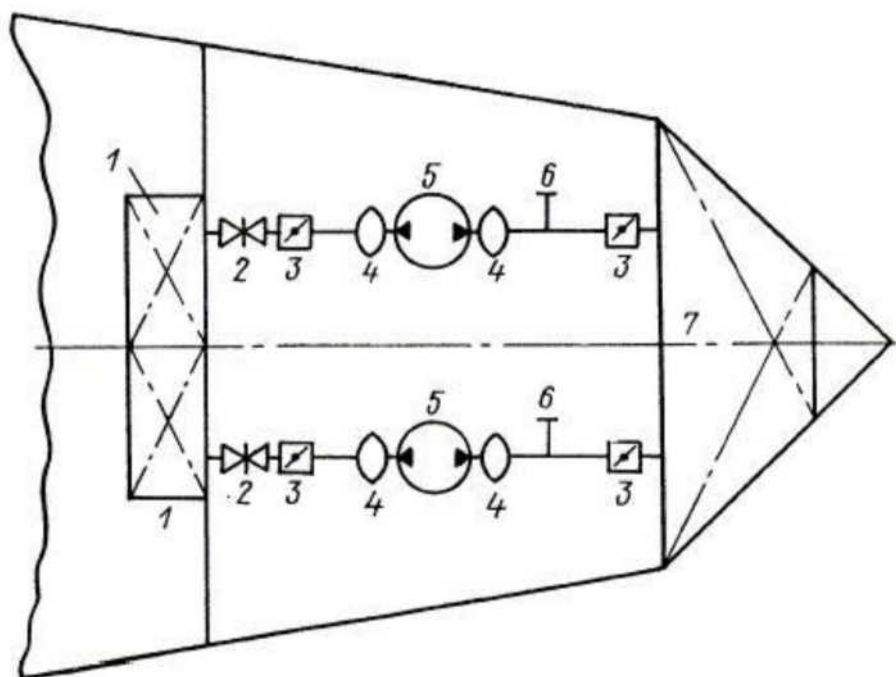


Рис. 1.6.8. Принципиальная схема дифферентной системы ледокола

Заполнение и опорожнение дифферентной цистерны 7 осуществляется двумя осевыми центробежными насосами 5 через кингстоны, расположенные в ледовых ящиках 1. В качестве арматуры в системе используются клинкетные задвижки 2 и поворотные затворы 3. По обеим сторонам насоса устанавливаются линзовые компенсаторы 4 для предотвращения смещения насоса и деформации трубопроводов при сжатии корпуса судна во льдах.





Пневмоомывающее устройство



«Ермак», первый в мире ледокол с пневмо-антиобледенительной системой.

Пневмоомывающее устройство (ПОУ) — пневматическая система в подводной части корпуса судна, предназначением которой является снижение облипания корпуса льдом, улучшение ходовых качеств судна и увеличение его ледопроходимости. Современные ПОУ используют сжатый воздух или выхлопные газы двигателей в качестве рабочего газа, который выбрасывается за борт через ряд отверстий

от форштевня до миделя или в носовой части судна. Так как выпускные отверстия располагаются на глубине под ватерлинией или в районе киля судна, то при его движении выходящий из эжекторов воздушный поток формирует водно-воздушную завесу вдоль всей подводной части корпуса

История

Впервые концепция антиобледенительной системы судна в виде воздушно-водяного пограничного слоя была предложена в 1966 году в СССР, но её первоначальные варианты были несовершенными из-за расположения выпускных отверстий лишь в носовой части судна и из-за недостаточной мощности потока воздуха. Рассматривались также варианты разогретой паровоздушной ПОУ в районе ватерлинии, а также изучались перспективы её использования в качестве подруливающего движителя для увеличения маневренности судов. Система пневмоомыва в её современном виде была предложена финской фирмой «Wartsila» в 1969 году и она впервые была установлена на финском грузовом пароме «Финнкерриер», испытания которого прошли

во льдах Балтийского моря в 1970 году. Первым ледоколом, на котором было установлено ПОУ, является построенный в 1974 году «Ермак», на котором осуществлялись её первые испытания в Арктике при разных ледовых условиях. Ледокол «Россия» проекта 10521 в 1985 году стал первым судном с ядерным реактором, которое было оснащено системой пневмоомыва.

Эффективность

Облипание подводной части корпуса льдом имеет термическую и электростатическую природу. Основой термического механизма являются «запасы холода» у обломков льда. Так как при отрицательной температуре воздуха лёд в поверхностной части также имеет отрицательную температуру, а при взаимодействии с корпусом происходящие процессы развиваются слишком быстро для его прогрева до температуры окружающей воды, то происходит его примерзание или прилипание к корпусу. Пневмообмыв снижает площадь контакта льда с корпусом и повышает температуру за счет выноса более теплой воды с большей глубины, тем самым решая первую проблему.

Другим механизмом является накопление электростатического заряда льдом при его растрескивании и раскалывании. В случае плохого состояния лакокрасочного покрытия на подводной части корпуса, ПОУ может быть малоэффективен против прилипания льда с накопленным зарядом.

Улучшение ходовых качеств

Улучшение ходовых качеств

Пневмоомывающее устройство улучшает ледопроходимость судна при движении во льдах и при отсутствии эффекта примерзания льда к корпусу. В случае движения по тяжелому льду, который ледокол не способен преодолеть в силу своей малой массы, закачивание больших объёмов воздуха под лед снижает его плавучесть и, тем самым, позволяет судну сохранять ход. Также, водновоздушная завеса вдоль корпуса снижает площадь контакта корпуса со льдом, снижая трение и улучшая ходовые характеристики судна.

С

Схожий эффект наблюдается и при движении на открытой воде, так как водно-воздушная завеса на корпусе имеет меньшую плотность по сравнению с окружающей водой. При использовании ПОУ на открытой воде экономия топлива для некоторых типов судов может достигать 11 %. По этой причине эти системы иногда называются «системами воздушной смазки» (англ. *Air Lubrication System*).

На воздушной смазке

Технология, о которой речь пойдет в посте, совсем не новая. Не сегодняшнее изобретение. Но, как показывает практика, иногда новое, это хорошо забытое старое. Многие, что сейчас с попытками разной успешности, пытаются внедрить на морских судах, изобретено давным-давно. Но широкого распространения не получало, оставаясь, когда только экспериментальными моделями, когда мелкосерийным производством.

Но сейчас это "многое" достаётся из чуланов, с этого "многого" сдувают пыль, придирчиво вертят в руках, а потом вдруг решают - А, что... годная штука. Сейчас немного доработаем, придадим лоска, грамотно разрекламируем, и готово. Пришли к успеху.

Причина этих действий проста - гайки закручивают всё сильнее. А название этого гаечного ключа, к которому ещё и рычаг приспособили для увеличения силы затяжки - Экология.

Повестка дня проста до невозможности - снижаем карбоновый след. Причём, снижаем до полного исчезновения. Впрочем, это тема отдельного поста. Сейчас о технологии "воздушной смазки" подводной части корпуса судна.

Рассечь воздух легче, чем растолкнуть воду. Поэтому велись и будут вестись научные работы - как снизить трение корпуса судна в воде, как уменьшить сопротивление воды движению судна. Все эти обводы, бульбы.

Но работали не только с обводами корпусов. Разрабатывались и красочные покрытия корпусов. Одни краски препятствуют обрастанию корпусов. Другие обладают водоотталкивающим эффектом

Идея создать воздушную прослойку между корпусом судна и водой висела в воздухе довольно давно (извиняюсь за тавтологию). И даже что-то делалось в этом направлении. Но дальше экспериментов дело не пошло.

И вот сейчас одна компания доработала эту идею и вполне себе так успешно внедряет её на рынке морских технологий.

Название идеи и материального воплощения - воздушная смазка, пузырьковая система.

Работает так - на борту судна устанавливают дополнительные воздушные компрессоры и воздушные магистрали. В днищевой части корпуса делают вырезы и в этих вырезах монтируют сопла. К этим соплам подводят трубы воздушной магистрали. Во время движения судна компрессоры подают воздух в эти сопла под давлением. Получается много-много воздушных пузырьков, которые и создают своеобразную воздушную подушку между водой и корпусом судна. Нет, полностью воду они, конечно не вытесняют. Но полученная водовоздушная смесь уменьшает трение корпуса судна в воде.



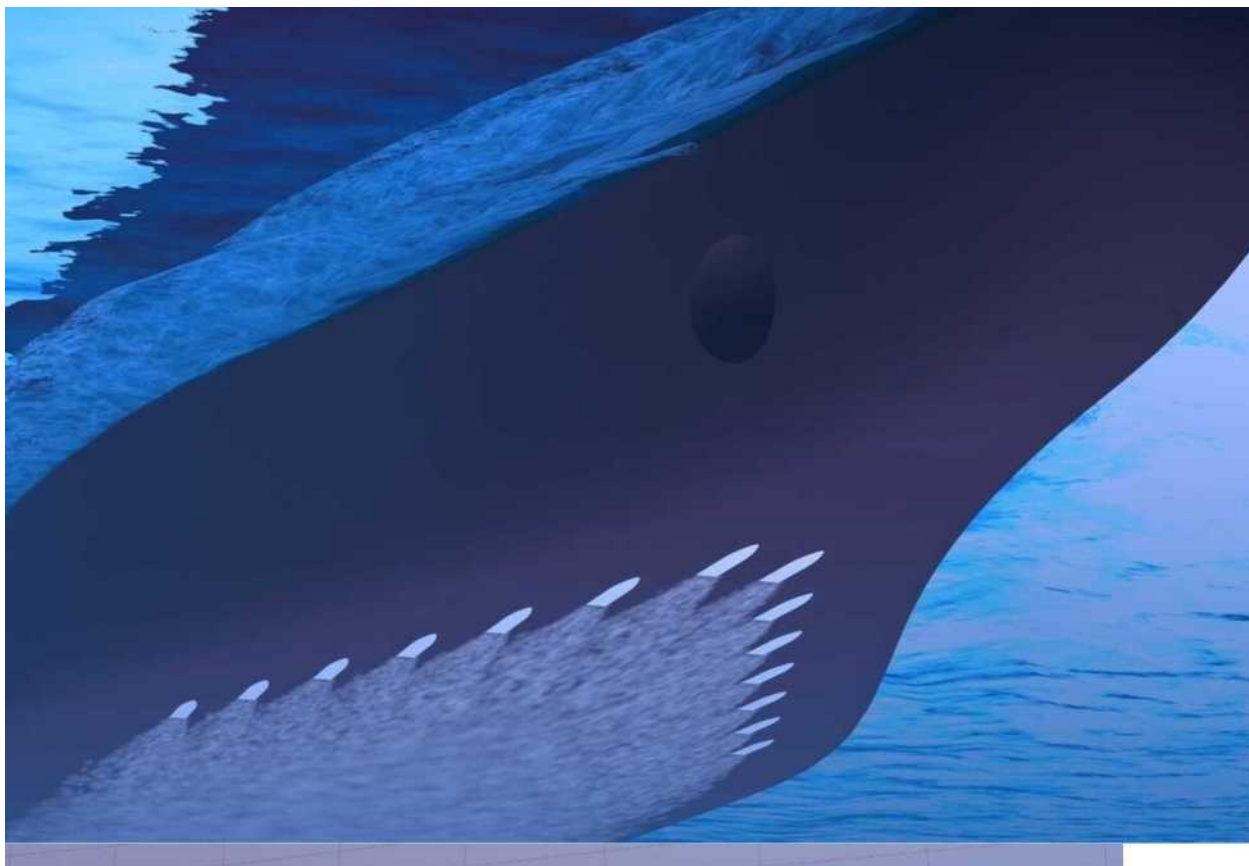
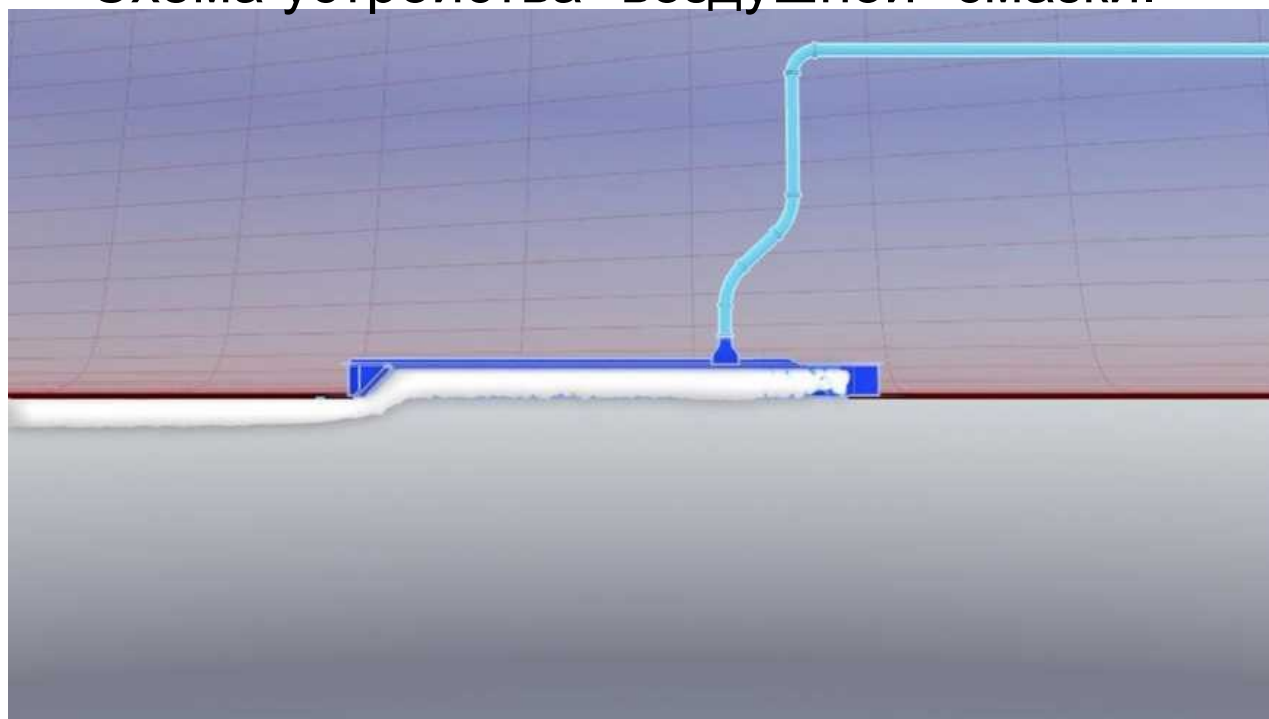


Схема устройства "воздушной" смазки.



Всё просто.

Ну, ладно. а есть ли рабочие установки такой смазки? Есть.

Первая коммерческая установка такого типа была смонтирована на круизном лайнере NORVEGIAN JOY.



NORVEGIAN JOY первый круизный лайнер с установкой воздушной смазки корпуса. Фото - открытые источники.

А самое большое судно с такой установкой, это рудовоз SEA VICTORIA, дедвейтом 324 300 тонн.



SEA VICTORIA, фото - открытые источники.
В жизни распылители воздуха выглядят так



фото - открытые источники.
Установка этой системы обошлась
судовладельцу в пять миллионов долларов.

Сейчас этой системой судовладельцы интересуются всё больше. По данным, которые предоставляет компания-разработчик системы, эта "воздушная" смазка позволяет экономить 5-8% топлива, что в нынешних реалиях цен, довольно прилично. Ну, а где экономия топлива, там и уменьшение вредных выбросов в атмосферу.

Компания-разработчик нуждается в заказах сейчас не испытывает совсем. Тридцать новых судов для компании MSC будут оснащены такими системами. Есть заказы и от Maersk, Carnival Cruise и других судовладельцев.

Такие вот технологии.