

ЛОМКА ЛЬДА С ПОМОЩЬЮ ЛЕДОКОЛОВ



Ледокол, судно, предназначенное для плавания во льдах с целью поддержания навигации в замерзающих бассейнах. Основное назначение ледокола - разрушение ледяного покрова для прокладывания пути (канала) др. судам и оказания им необходимой помощи при движении во льдах, а также для самостоятельного плавания. Различают ледоколы морские, в том числе арктические (полярные), предназначенные для особо тяжёлых льдов полярных бассейнов, и ледоколы озёрные и речные.

При встрече с ледовым полем ледокол «вползает» носовой частью на кромку льда и проламывает его создающимся при этом вертикальным усилием (силой тяжести). Продолжая движение, ледокол преодолевает сопротивление взломанного льда в образовавшемся канале, расширяет его, обламывая, раздвигая и притапливая лёд бортами, затем повторяет тот же цикл движений. Практически цикличность выражена слабо и движение ледокол можно рассматривать как непрерывное. При плавании в битых льдах ледокол раздвигает отдельные мелкие льдины и разрушает крупные. Если ледовый покров не может быть разрушен при непрерывном движении ледокола, прибегают к разрушению льда ударами (набегами), для чего ледокол отходит назад и набирает скорость. Ледокол, «вползая» носовой оконечностью на лёд, может застрять (заклиниться). Движение даже наиболее мощных ледоколов нередко приостанавливается ледовыми сжатиями. Для освобождения от заклинивания наряду с другими мерами

применяют дифферентование или кренование (т. е. продольное или поперечное наклонение корпуса ледокола), для чего перекачивают попеременно воду между предусмотренными для этого цистернами - дифферентными (носовыми и кормовыми) или креновыми (бортовыми) или же производят одновременную откачку балластной воды из дифферентных цистерн, что позволяет ледоколу всплыть. Небольшие речные ледоколы иногда оборудуют вибрационным (раскачивающим) устройством, которое вызывает колебательные движения корпуса во льду, повышающие эффективность разрушения льда.

В зависимости от сложности ледовой обстановки в канале за одним ледоколом следует одно или несколько судов. В тяжёлых льдах, препятствующих движению проводимого судна, ледокол берёт его на буксир, обычно вплотную за кормой. Для одновременной проводки ряда судов (каравана) нередко используют 2 или несколько ледоколов

Так называемые ледовые качества ледокола определяются ледовой ходкостью, манёвренностью и некоторыми конструктивными особенностями. Критерием для сравнительной оценки качеств ледоколов обычно служит их ледопроходность, т. е. способность продвигаться в определённых ледовых условиях с обусловленной скоростью хода. Назначение и условия использования ледокола определяют и требования к их конструкции.

Носовая оконечность ледокола имеет относительно острые (клинообразные) образования, а также наклон (срез) в подводной части под углом к ватерлинии 20-30°, позволяющий ледоколу «вползти» на кромку льда. Форма кормовой оконечности рассчитана на продвижение во льдах задним ходом и защиту от ледовых повреждений гребных винтов и руля. Наклон бортов способствует разрушению и притапливанию льда при движении ледокола, а также уменьшению давления льда на корпусные конструкции во время сжатий. Отношение длины к ширине корпуса (3,5-5) обеспечивает как хорошую манёвренность ледокола во льдах, так и прямолинейность канала.

Корпусу ледокола (особенно в его носовой и кормовой оконечностях) придаётся значительно большая прочность, чем у судов др. назначений. В районе переменной ватерлинии наружная обшивка утолщается, образуя т. н. ледовый пояс. Высокие требования предъявляются к непотопляемости судна и живучести судна.

Энергетическая установка ледокола рассчитана на частую и быструю смену режимов работы, она должна выдерживать почти мгновенную остановку (заклинивание) во льду гребных винтов и обладать высокой экономичностью для обеспечения возможно большей автономности плавания без пополнения запасов топлива. В связи с этим значительное распространение в современном ледоколостроении получили энергетические машинные установки с электропередачей на гребные винты. В качестве главных двигателей используются среднеоборотные дизели и паровые турбины (возможно использование газовых турбин). Применение атомной

энергии позволило создать ледокол с энергетическими установками большой мощности, практически неограниченной автономности плавания. (В СССР в 1959 введён в эксплуатацию первый в мире атомный ледокол «Ленин».)

Ледокол строят обычно с 2 или 3 гребными винтами усиленной прочности. У некоторых ледоколов, помимо кормовых винтов, 1 или 2 гребных винта располагаются в носовой части, что повышает их ледопроемкость в определённых условиях, но не позволяет работать ударами.

Морские суда, предназначенные для самостоятельного плавания в морях полярных бассейнов и для следования за ледоколами в особо тяжёлых льдах, называются ледокольными судами (ледокольно-транспортные или др. назначений).

Разрушение льда ледоколом

Ледокол классического типа разрушает лёд форштевнем, носовой частью и бортами. При встрече ледокола с полем форштевень ударяется о лёд и носовая часть судна налезает на ледяной покров, который не разрушается изгибом, а «прорезается» форштевнем. По мере продвижения судна вперед, во время которого его дифферент увеличивается на корму, в контакт со льдом вступают борта ледокола, разрушающие лёд изгибом на отдельные секторы, располагающиеся в один, два и более рядов вдоль каждого борта. Неодновременность ломки льда различными участками бортов, а также отсутствие разрушения льда впереди форштевня приводит к тому, что в процессе движения носовая часть судна не опускается до первоначального положения. Таким образом, ледокол, преодолевая ровный сплошной лёд, движется с практически постоянным дифферентом на корму, приобретенным в начальный период при налезании форштевня на лёд. Величина этого дифферента, как показывают наблюдения, зависит от толщины и прочности льда, формы обводов корпуса и скорости. Имеют место лишь сравнительно небольшие изменения посадки, обусловленные разрушением ледяного покрова отдельными участками бортов, а также небольшое рыскание и изменение крена, связанные с неодновременностью ломки льда и левым и правым бортами.

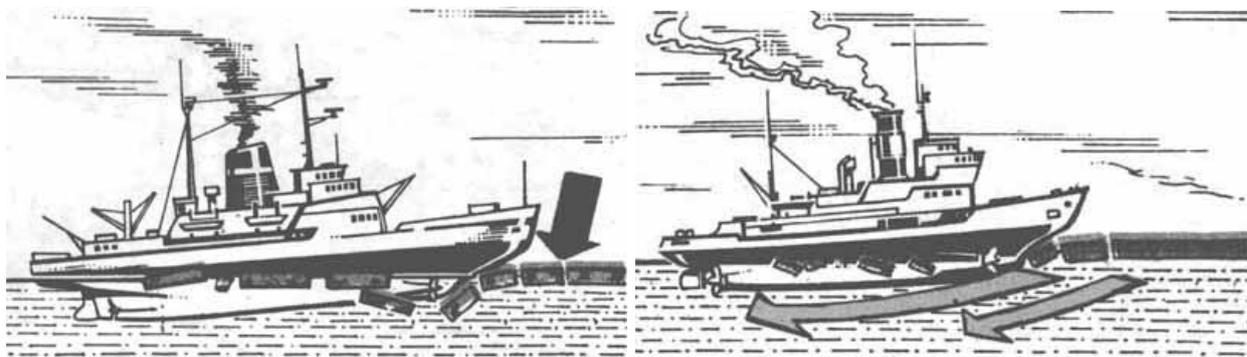


Рисунок 1. Разрушение льда носом ледокола

Форштевень судна в процессе движения образует во льду прорезь. Снеговой покров и частично верхний слой льда оказываются выдавленными из этой прорези на ледяной покров и образуют снежный валок. Изгибные трещины впереди форштевня отсутствуют. Наблюдения показывают, что величина зоны прорезания льда форштевнем зависит от физико-механических качеств льда, скорости движения ледокола и формы носовой оконечности корпуса. Иной характер носит разрушение льда бортами ледокола (рисунок 2). Первоначально в районе контакта борта со льдом происходит местное смятие верхней кромки льда, которое продолжается вплоть до момента разрушения льда изгибом. Размеры указанных зон смятия кромки зависят от толщины, прочности льда, формы обводов корпуса и скорости движения судна.

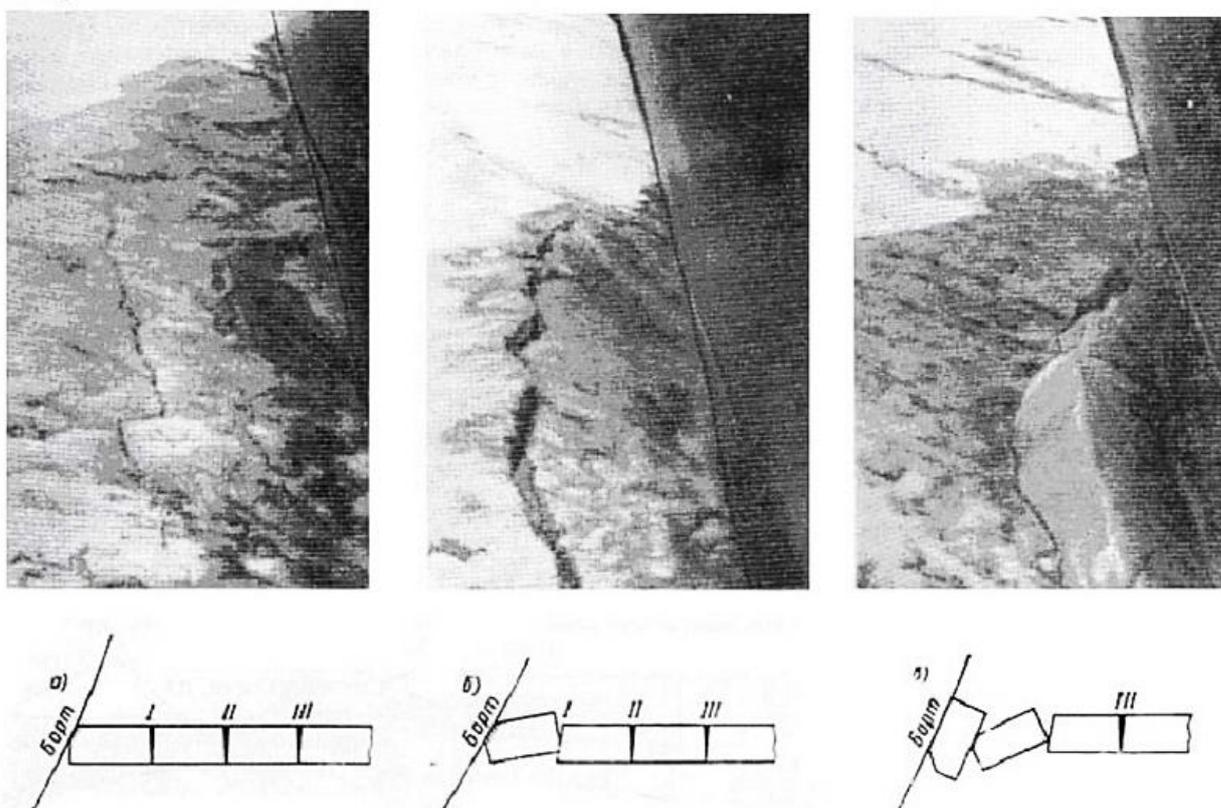


Рисунок 2. Разрушение льда бортом ледокола: а – образование трещин; б – начало притапливания льдины; в – поворачивание льдины на ребро

Момент разрушения льда изгибом характеризуется появлением одной, двух и более концентрических трещин, образующихся в результате растяжения верхних слоев льда. Обычно окончательный облом льда происходит по ближайшей к борту трещине, в то время как трещины II и III закрываются. Прилегающая к корпусу льдина притапливается. Если ширина зоны разрушенного льда в этом месте недостаточна для прохождения корпуса ледокола, то происходит притапливание льдины, расположенной между трещинами I и II, и так далее. Число рядов секторов, выламываемых каждым бортом от форштевня до кромки неразрушенного ледяного покрова, а также абсолютные размеры этих секторов в основном зависят от толщины

льда, скорости движения ледокола и его ширины. Отношение длины сектора к его ширине во всех случаях довольно стабильно и равно 3 – 5. При сравнительно небольших скоростях движения и предельных толщинах льда обычно наблюдается «однорядная» (рисунок 3), редко «двухрядная» ломка бортами. Длина секторов, выламываемых бортами ледокола при однорядной ломке, может достигать 50 – 80 м, при ширине 20 м.

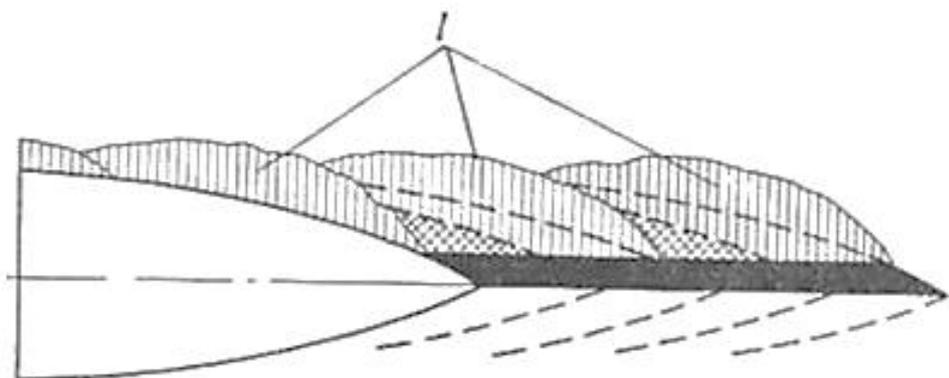


Рисунок 3. Схема однорядной ломки льда

При движении ледокол преодолевает льды различной толщины и прочности. Но даже для больших ледоколов, толщина окружающего льда и напор ледовых полей могут оказаться настолько большими, что мощности силовой установки будет недостаточно, чтобы вырвать корабль из ледовых тисков. В таких случаях приводят в действие креновую, дифференциальную и воздушно-пузырьковую системы. Принцип действия этих систем следующий. При быстрой перекачке воды из цистерн одного борта в цистерны другого борта или из кормовых цистерн в носовые создается крен (или дифферент) судна. Креновая система обеспечивает бортовую качку с периодом 2—3 минуты при крене до 11° , а дифференциальная система — попеременное поднятие носа и кормы судна на 0,5 м за 8 минут. Такое раскачивание ледокола помогает взламыванию мощных паковых льдов.

Особый интерес представляет впервые разработанная воздушно-пузырьковая система, основное назначение которой — снизить коэффициент трения между корпусом судна и льдом. Схема поясняет принцип действия системы. Через ряд сопел, расположенных в корпусе (от носа до средней части судна, в двух метрах ниже ватерлинии), подается сжатый воздух, который, поднимаясь вверх вдоль бортов, создает сильное вертикальное течение воды. В результате между корпусом судна и обломками льда образуется промежуточный воздушно-водяной слой, действующий, как смазка, и значительно снижающий сопротивление трения. На ледоколах старой постройки функции воздушно-пузырьковой системы выполняли носовые гребные винты.

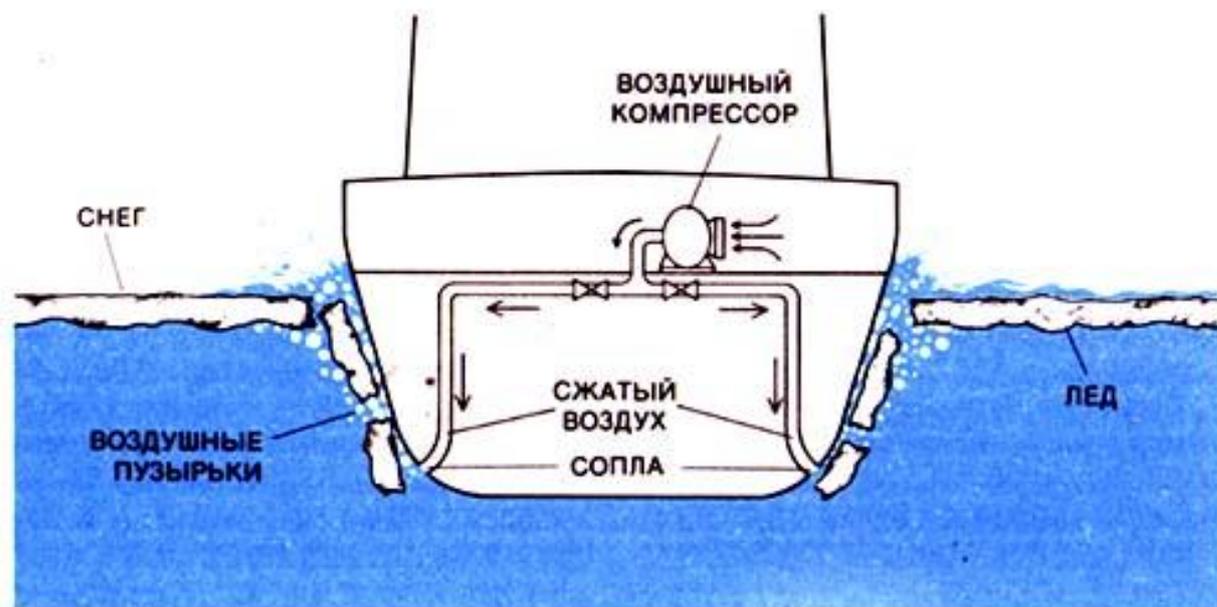


Рисунок 3. Воздушно-пузырьковая система

Основные принципы проводки судов во льдах

Проводка кораблей (судов) ледоколами осуществляется в составе каравана. Различают два вида караванов: — простой — кильватерная колонна кораблей (судов), следующая за одним ледоколом; — сложный, в котором проводка осуществляется несколькими ледоколами. Количество кораблей в караване и их построение зависят от возможностей ледокола в данной обстановке и особенностей каждого проводимого корабля. Общая длина каравана, а следовательно, и количество проводимых кораблей определяются длиной и шириной канала, остающегося за ледоколом. С ухудшением ледовых условий необходимо уменьшить длину каравана за счет уменьшения дистанций между кораблями, а когда это становится невозможным, — уменьшить число кораблей в караване. В арктических льдах сплоченностью до 5—6 баллов караван, как правило, состоит из трех-четырех кораблей (судов). При сплоченности льда около 7 баллов число проводимых кораблей обычно не превышает двух-трех. При сплоченности свыше 8 баллов ледокол может проводить один, редко два корабля. Увеличение числа проводимых кораблей возможно только при наличии второго (вспомогательного) ледокола путем формирования сложного каравана. При проводке в сплошном неподвижном льду, как это имеет место в замерзающих морях средних широт, наиболее целесообразно ставить за ледоколом самый широкий корабль, а последующие — в порядке уменьшения их ширины. При арктических проводках, которые, как правило, характеризуются наличием дрейфующих льдов различной сплоченности и толщины и частыми изменениями ледовой обстановки, сразу за ледоколом обычно ставят корабли со слабым корпусом или маломощные суда. В конце каравана и попеременно между слабыми судами обычно ставят наиболее мощные и прочные, а тем более приспособленные для ледового плавания

суда, которые смогут не только самостоятельно двигаться, но в случае необходимости и оказать некоторую помощь впереди идущим. При проводке подводных лодок, как правило, формируется сложный караван. Несмотря на наличие широкого канала после линейного ледокола, остающиеся в канале большие льдины представляют опасность для подводных лодок, которые поэтому следует ставить в середине каравана за вспомогательным ледоколом или за судном ледового плавания. Дистанция до ледокола и между проводимыми кораблями обычно составляет: — во льдах сплоченностью 4—5 баллов — от 1,5 до 2,5 кабельтовых; — во льдах сплоченностью 5—6 баллов — от 1 до 1,5 каб; — во льдах сплоченностью 7—8 баллов — до 1 каб; — во льдах сплоченностью более 8 баллов — до 0,5 каб и менее. Средние скорости проводки колеблются от 4—6 узлов (во льдах сплоченностью 5—6 баллов) до 1—2 уз (во льдах сплоченностью 7—9 баллов). Ледоколы типа «Ленин» и «Москва» в однолетних льдах сплоченностью до 7—9 баллов могут осуществлять проводку со скоростью 8—9 уз, но в этом случае имеется опасность повреждения корпуса идущего за ледоколом корабля крупными льдинами, всплывающими в канале.

Некоторые приемы работы ледоколов

В тяжелых ледовых условиях для расширения канала во льду применяется метод «елочка» (рис. 4), когда ледокол наносит удары в лед с небольшим разворотом вправо и влево. При проводке каравана этапами второй (вспомогательный) ледокол в сложном караване располагается сразу за ведущим ледоколом, который в этом случае не связан непосредственно проводкой каравана и оказывает помощь кораблям на наиболее тяжелых участках.

В случае дрейфа или сжатия льда караван проводится методом «на откол» (рис. 5). Ледоколы идут параллельными курсами строем фронта или уступа под ветер в расстоянии 1—2 каб один от другого. Караван следует в кильватер наветренному ледоколу, канал от которого дольше остается чистым. В случае застревания одного из кораблей каравана ледокол производит его околку. Если застрял корабль, идущий непосредственно за ледоколом, то обычно применяют способ околки кормой (на заднем ходу). При этом маневре, как правило, бывает достаточно, чтобы корма ледокола прошла за середину окальваемого корабля или наиболее широкую его часть. Околка носом (на переднем ходу) применяется, когда взаимное положение застрявшего корабля и ледокола не позволяет производить околку кормой, а также при необходимости околки кораблей всего каравана. Маневр требует значительно больше времени и представляет большую опасность для проводимых кораблей, так как проход в непосредственной близости от них ледокола создает угрозу навала или повреждения льдинами. Околку как кормой, так и носом обычно производят с подветренной стороны. При этом корабль давлением ветра и льда со стороны наветренного борта сдвигается в пробитый ледоколом канал.

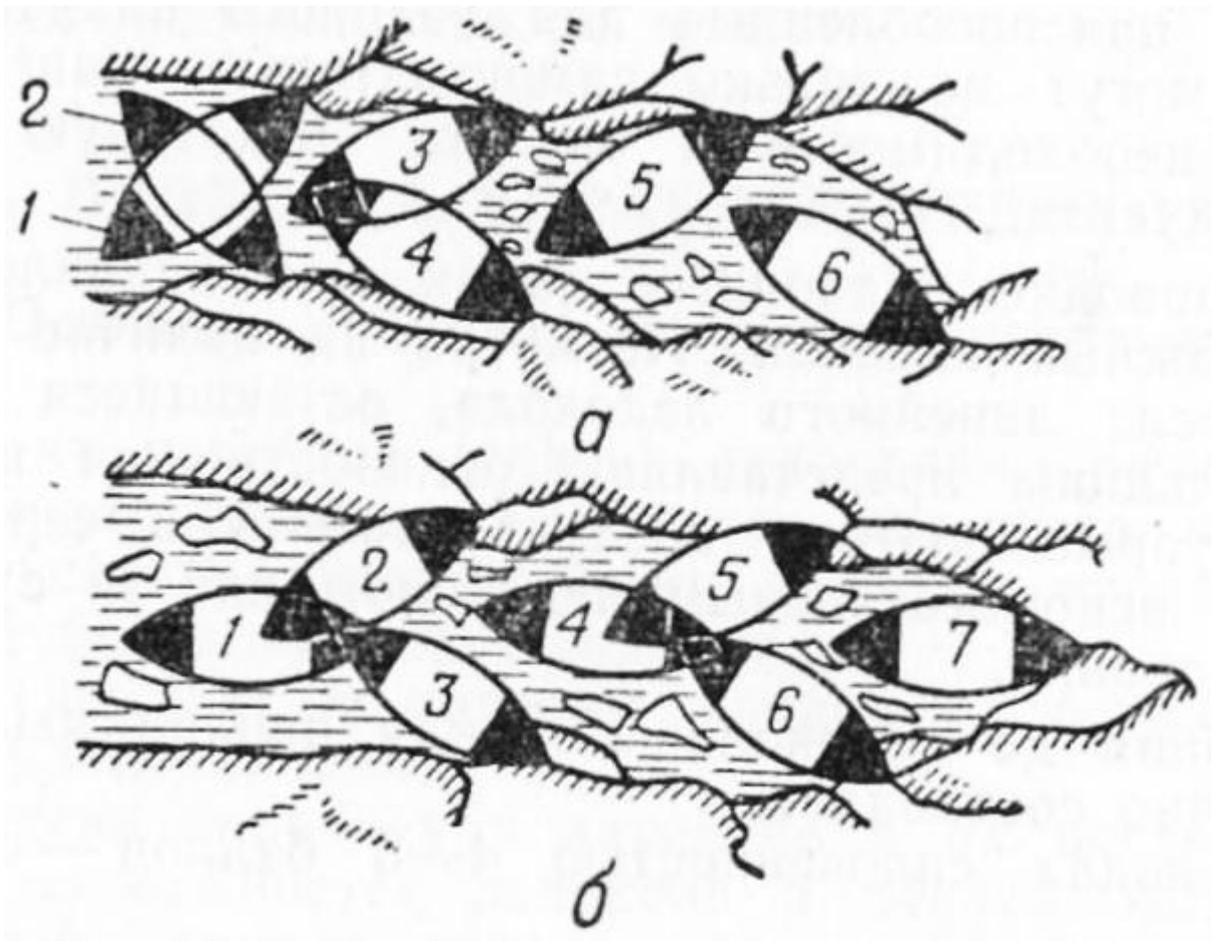


Рис. 4. Схема расширения канала методом «елочка»: а — прокладка двойного канала; б — прокладка тройного канала

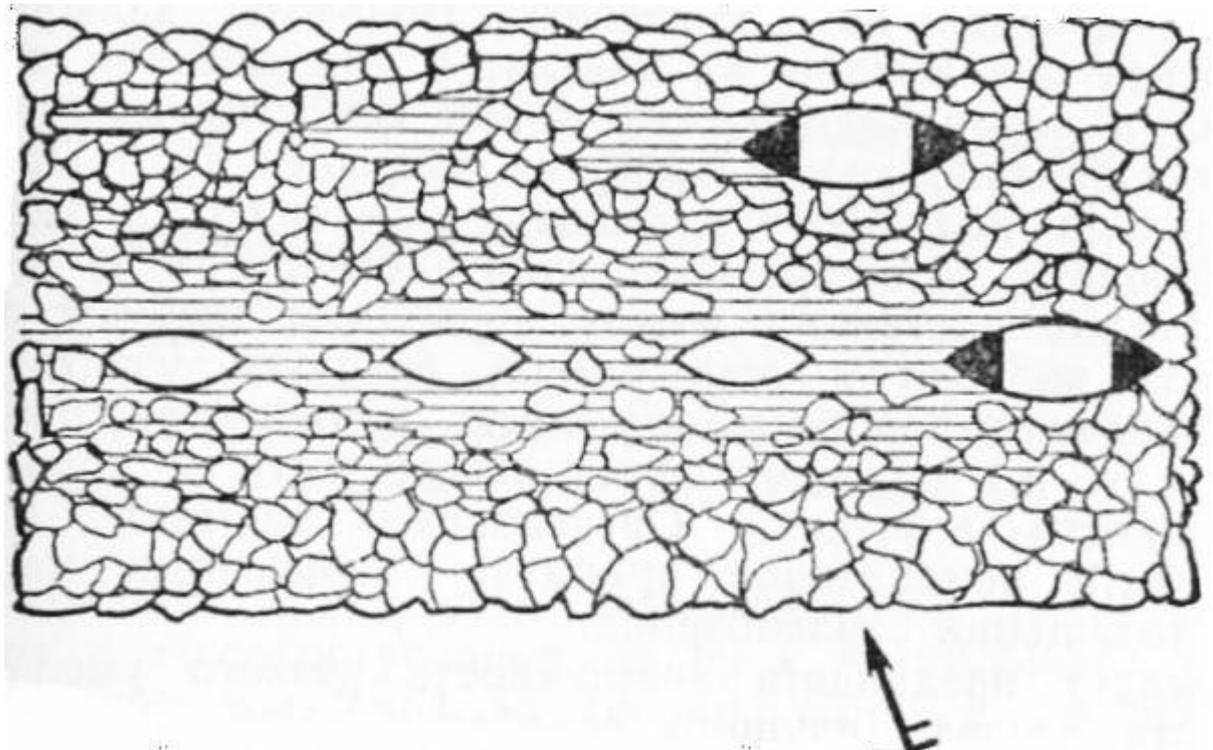


Рис. 5. Схема проводки каравана методом «на откол»

Эффект околки тем выше, чем ближе к борту проводимых кораблей маневрирует ледокол. Окалываемый корабль должен работать винтами, что предохраняет винты и руль от повреждений льдинами.

Характеристика льдов

Классификация льда (морского и речного).

Льды различают по возрасту, подвижности (динамичности), строению, состоянию поверхности и стадиям таяния.

По возрасту различают следующие виды льда:

- начальные льды (ледяные иглы, сало, шуга и т. п.);
- ниласовые льды (блинчатый лед, склянка, нилас и т. д.) толщиной до 10 см;
- серые льды толщиной от 10 до 30 см;
- белый лед толщиной от 30 до 70 см;
- однолетние – годовалые льды, прошедшие годовой цикл нарастания в минувшую зиму и сохранившиеся до начала нового осеннего ледообразования;
- двухлетние льды, находящиеся во втором годичном цикле нарастания;
- многолетние льды (пак) толщиной 2,5 м и более, просуществовавшие более двух лет.

Условия плавания во льдах в наибольшей степени зависят от их «возраста», подвижности и сплоченности. В зависимости от «возраста» различают следующие стадии развития морского льда: льды начальных стадий, молодые (ниласовые) льды и арктические льды поздних стадий. Начальные стадии льдов: — ледяные иглы — небольшие кристаллы льда; — ледяное сало — смерзающееся скопление ледяных игл, плавающее на поверхности моря; — снежура — кашеобразная масса, образующаяся при сильном снегопаде на охлажденную воду; — шуга — рыхлые белесоватые комки льда, образующиеся при смерзании ледяного сала или снежуры. Молодые (ниласовые) льды: — блинчатый лед — круглые ледяные образования диаметром до 3—4 м, толщиной в несколько сантиметров; — нилас — тонкий (до 10 см) эластичный сплошной лед, изгибающийся на волне и разламывающийся ветром; — серый лед, или молодик, толщиной от 10 до 30 см; — белый лед, толщиной от 30 до 70 см, в неарктических морях является предельной возрастной стадией. Арктические льды поздних стадий: — однолетний лед — к концу весны достигает толщины 1,5 м, в период летнего таяния обычно полностью не исчезает; — двухлетний лед — достигает толщины 2 м; — многолетний (паковый) лед толщиной от 2,5 м и более, поверхность обычно холмистая. По динамическому признаку (подвижности) различают неподвижные и дрейфующие льды. Льды возрастных стадий могут находиться в том и другом состоянии, кроме льдов начальных стадий, которые встречаются лишь в состоянии дрейфа. К числу неподвижных льдов относятся: — припай — обширный ледяной покров, связанный с берегом, от

которого может простираться на десятки и сотни миль; — стамуха — сидящее на мелководье торосистое скопление льда. Основные формы дрейфующего льда: — ледяные поля различных размеров (от 200 м до нескольких километров в поперечнике); — битый лед различных размеров (от 2 до 200 м в поперечнике); — ледяная каша — смесь мелких льдин с шугой и снежурой.

Шкала сплоченности льда

Баллы	Площадь льдин	Покрытие поверхности воды льдом, %
	Площадь воды	
0	Льда нет	0 Лед отсутствует
1	1/9	10 Редкий лед
2	2/8	20
3	3/7	30
4	4/6	40 Разреженный лед
5	5/5	50
6	6/4	60
7	7/3	70 Сплоченный лед
8	8/2	80
9	9/1	90
10	Промежутков воды нет	100 Сплошной лед

Проходимость льда

Проходимость льда определяется возможностью самостоятельного плавания в нем корабля в зависимости от толщины, сплоченности и характера (прочности) льда. Для гражданских и вспомогательных судов ВМФ проходимость льда определяется обычно мощностью главных машин, для военных кораблей она зависит от прочности корпуса, толщины обшивки, формы обводов и наличия выступающего подводного оборудования. Малые корабли и подводные лодки могут самостоятельно плавать во льдах начальных форм или в редком льду молодых форм (блинчатый лед, нилас), толщина которых не превышает 10 см. Морские тральщики, сторожевые корабли, эскадренные миноносцы и большие противолодочные корабли могут плавать самостоятельно в сплошном льду толщиной до 10—12 см и в разреженном льду большей толщины, т. е. в арктических льдах до 5—6 баллов. Плавание в более тяжелых льдах возможно только под проводкой ледокола.