

АИЛРИКАЙНЕН КИЧУБАКОВ

# ЛЕДОВЫЙ



# ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ТРАНСПОРТ.

А.И. АРИКАЙНЕН, К.Н. ЧУБАКОВ

# АЗБУКА ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ

59

ФГБОУ ВО "ТУМРФ имени адмирала С.О. Макарова"

Библиотека  
УВКМУ  
им. адмирала  
С. О. Макарова



МОСКВА "ТРАНСПОРТ" 1987

ББК 39.471.9

A24

УДК 656.61.052:551.326.7

Рецензенты Ю. С. Кучиев, Ю. А. Ванда

Заведующий редакцией Н. В. Глубокова

Редактор Г. П. Филипповская

Арикайнен А. И., Чубаков К. Н.

A24 Азбука ледового плавания. — М.: Транспорт, 1987. — 224 с.: ил.; табл.

Изложены особенности плавания судов в ледовитых акваториях Мирового океана. Рассмотрены основные навигационные характеристики морских льдов, их физические особенности и география распространения в Мировом океане. Большое внимание уделено тактическим особенностям плавания судов во льдах автономно и под проводкой ледоколов, описанию специфических судовых операций: разгрузке судов на припай, вынужденному дрейфу, швартовке судов, а также видам ледовых повреждений и мерам по их предупреждению.

Предназначена для широкого круга читателей, работников морского, речного и рыболовного флота, эксплуатирующих суда на ледовитых акваториях.

A 3605040000-066 227-87  
049(01)-87

ББК 39.471.9

© Издательство «Транспорт», 1987

## ПРЕДИСЛОВИЕ

За последнюю четверть века наряду с увеличением масштабов судоходства во льдах произошли значительные качественные сдвиги, наметилась четкая тенденция его интенсификации. Совершенствуется ледокольный и транспортный флот, вступающий в единоборство с ледовой стихией. Существенно возросли мощности судовых энергетических установок, повысилась надежность конструкций судов ледового плавания за счет применения высокопрочных сплавов.

Стремительный прорыв советского атомного ледокола в район Северного полюса явился еще одной важной победой в вековой битве со льдом. Однако ледовые мореплаватели хорошо понимают, что немало еще нерешенных проблем и до покорения ледовой стихии далеко. Даже мощные атомные ледоколы не способны преодолевать тяжелые льды непрерывным ходом, напролом; они выбирают наиболее слабые участки. По-прежнему успех ледовых операций определяется кадрами, грамотно эксплуатирующими технику и умело владеющими тактикой ледового плавания.

Вот почему следует приветствовать появление «Азбуки ледового плавания», авторы которой — участники многих ледовых баталий — с большим знанием дела обобщили и систематизировали опыт многих поколений.

ученых и моряков. В книге достаточно и оригинальных положений, что, несомненно, повышает ее значение. В частности, в «Азбуке» убедительно и с привлечением интересного материала обосновываются идеи о необходимости улучшения методики подготовки курсантов мореходных училищ, о специальном дипломировании судоводителей на право самостоятельного управления судами во льдах. Надо полагать, что эти предложения заинтересуют В/О «Мореплавание» и Управление учебных заведений Минморфлота.

Книга, как отмечают и авторы, охватывает не всю совокупность вопросов, связанных с плаванием судов во льдах. В ней не нашли отражения, например, такие важные вопросы, как динамика взаимодействия движителей со льдом и выбор в связи с этим оптимального режима частоты вращения винтов и их реверсирования в различных ледовых ситуациях. Но это и наименее разработанная часть тактики ледового плавания, которая слабо освещена в специальной литературе.

Авторы, на мой взгляд, излишне категоричны в отношении мер, связанных с привлечением к ответственности виновников ледовых аварий. Да, ледовая стихия требует обращения с нею только на «вы» и никому не прощает верхоглядства и бездумной лихости. Но если добросовестный судоводитель, надлежащим образом подготовленный, дипломированный, предпримет в ледовом плаванні все, на что он способен в меру отпущенных ему природой данных, и все же произойдет авария, то нужно ли его всегда наказывать; в этом вопросе не должно быть однозначности, памятуя о том, что причиной аварий во льдах являются не только субъективные качества судоводителя, но и объективные факторы в виде сверхмощных сил ледовой стихии.

Нужно добиться того, чтобы в любой ледовой обстановке капитан поступал смело и решительно, а уж коли случилась беда, обладал бы мужеством принять на себя

всю полноту ответственности за свои действия, не укрывался от нее завесой фиктивных записей в судовом журнале. Этому во многом будет способствовать выход в свет книги, в которой достаточно полно и доходчиво изложены основы ледового плавания. «Азбука ледового плавания» послужит превосходным руководством для молодых судоводителей при освоении ими тактики ледового плавания. Весьма полезным будет пособие и для опытных моряков, не имеющих достаточного опыта работы во льдах.

Пожелаем «Азбуке» счастливого плавания.

*Капитан дальнего плавания  
Герой Социалистического Труда  
Ю. С. КУЧИЕВ*

«Наша работа — каждодневный риск. Как говорят арктические исследователи, — разумный риск. Там без этого нельзя. С морем вообще нужно разговаривать на «вы», но с ледовой стихией разговаривать на «вы» нужно трижды».

Ю. С. Кучиев

## ВВЕДЕНИЕ

«...Лед поднялся против нас, будто народ во время восстания. На месте ровных полей выросли угрожающие горы. Из слабого стона возникали звон, треск и гул, переходившие в тысячеголосый злобный рев... Горы ледяных обломков возвышались над судном на много саженей... В десяти шагах от кормы лед поднялся до высоты горы. Вершины его мы не могли видеть и только угадывали ее по треску, раздававшемуся над самым кораблем... Снова поднимается лед... Пласты выпирают, под страшным давлением они изгибаются дугой, пузыряются, демонстрируя свою эластичность...». Такой нарисовал картину ледовой стихии Юлиус Пайер во время дрейфа «Тегеттгофа» в конце XIX столетия. Миновали годы, десятилетия. Ледовая стихия не единожды демонстрировала свою силу, заставляя вынужденно дрейфовать суда или даже обрекая их на гибель. В этой схватке побеждает человек — ныне в ледовитых морях плавают сотни судов. Но чтобы добиться этого, люди с давних пор шаг за шагом раскрывали тайны ледовой стихии...

Первые, самые элементарные представления о состоянии льдов в море были известны еще древним мореплавателям, наблюдения которых были главным источ-

ником информации о расположении льда в открытом море. Сведения о льдах передавались от поколения к поколению устно в виде рассказов о ледовых затруднениях во время отдельных плаваний, о необычно раннем замерзании или длительном сохранении льдов у тех или иных берегов. Со временем сведения о льдах стали упоминаться в летописях, записи эти сопровождались советами для мореплавателей, как преодолеть ледовые скопления у замерзающих берегов. Благодаря этим сведениям мы знаем о том, что, например, в средневековый период наблюдались случаи замерзания черноморского побережья и Босфора, знаем о блокировании льдом Исландии в летнее время года и др.

Хорошо известно, что весьма богатым опытом ледовых плаваний обладали русские поморы, открывшие пути на Шпицберген и Новую Землю. Поморы создали свою оригинальную ледовую терминологию, многие элементы которой используются и в настоящее время, разработали ряд приемов ледового плавания и построили суда, предназначенные для плавания во льдах.

В XVII—XVIII вв. при проведении различных морских экспедиций большое внимание стало уделяться выполнению судовых ледовых наблюдений. Так, перед отправлением экспедиции В. Чичагова в Северный Ледовитый океан М. В. Ломоносов подготовил инструкцию, предусматривающую подробную программу ледовых наблюдений. М. В. Ломоносов обращал внимание на необходимость изучать льды в тесной связи с гидрометеорологическими условиями. В 1763 г. в своем труде М. В. Ломоносов дал первую оценку проходимости льдов: «...Мелкое сало, которое подобно как снег, плавает в воде, иногда игловат, или хотя и связь имеет, однако гибок и судам не вреден... ледяные поля, кои нередко на несколько верст простираются, смешанные с мелким льдом. Таковые льды плавают в большом ко-

личестве и суда удобнее затирают».<sup>1</sup> В своей работе М. В. Ломоносов создал единую картину формирования и развития ледяного покрова в Северном Ледовитом океане.

Долгое время судовые наблюдения ограничивались в основном регистрацией положения ледовой кромки и изображением ее на карте. До середины XIX в. другим характеристикам льда уделялось мало внимания. Степень проходимости судна во льдах мореплаватели формулировали самым общим образом: лед непроходимый, сплошной, разреженный и т. п. В зависимости от личных качеств и опыта отдельные наблюдатели стремились отмечать также виды и формы льда. Дальнейшее развитие ледовые наблюдения получили в ходе русской гидрографической экспедиции в Северный Ледовитый океан в 1911—1915 гг. на ледокольных пароходах «Таймыр» и «Вайгач». В этой экспедиции впервые была разработана и применена шкала проходимости льдов судами.

На рубеже XIX—XX вв. к организации ледовых наблюдений приступили за рубежом. Датский метеорологический институт с 1898 г. начал регулярную публикацию карт состояния льда в морях северного полушария. В 1913 г. организован международный ледовый патруль, перед которым была поставлена специальная задача поиска айсбергов в северо-западной части Атлантического океана, наблюдения за их дрейфом и оповещения судов о возможной опасности. Большинство же судовых ледовых наблюдений носило эпизодический и попутный характер, причем выполнялись они, главным образом, на зверобойных, гидрографических и экспедиционных судах.

<sup>1</sup> «Краткое описание разных путешествий по северным морям и показание возможного проходу Сибирским океаном в Восточную Индию».

Длительное время никто из исследователей не предпринимал попытки классифицировать льды. В 1761—1763 гг. М. В. Ломоносов предложил первую научную классификацию льдов в море, в соответствии с которой он рассматривал их с генетической, морфологической, навигационной и географической точек зрения. Отдельные вопросы классификации льдов разбирались в работах Ф. Врангеля, К. Вайпрехта, С. Макарова, в записках экспедиции на судне «Заря» под руководством Э. Толля и др.

В 1928 г. Второй Всесоюзный гидрологический съезд утвердил первую комплексную систему классификации морских льдов, разработанную комиссией Гидрографического управления ВМС СССР. Эта классификация нашла признание за рубежом, в частности в работе И. Цукригеля «Морская криология». В 1939—1940 гг. в связи с изданием «Альбома ледовых образований» специалисты Арктического института уточнили ряд ледовых терминов, а в 1946 г. внесли дополнения в систему классификации льдов, предложив определять возраст и сплоченность льда, формы и размеры льдин, торосистость и разрушенность льда с введением соответствующих шкал оценки этих характеристик.

В начале 50-х годов страны, заинтересованные в регулярных сведениях о состоянии льда, — СССР, Канада, Великобритания, США, Финляндия, Швеция — впервые решили установить единые понятия ледовых терминов. В результате обсуждения этого вопроса в Международной комиссии по морской метеорологии в 1956 г. была принята «Краткая международная ледовая номенклатура», в которой в неполной степени был использован опыт составления советской ледовой классификации. В частности, в международной классификации недостаточно четко были определены льды в зависимости от возрастных стадий.

В дальнейшем опыт ледового мореплавания показал, что номенклатура льдов 1956 г. не может в достаточной степени удовлетворить ни исследователей, ни моряков. В связи с этим Всемирная метеорологическая организация создала в середине 60-х годов рабочую группу по морским льдам, перед которой была поставлена задача разработки и согласования новой номенклатуры морских льдов, а также соответствующих ей условных ледовых обозначений и ледового кода для передачи данных по радио. В основу международной ледовой номенклатуры были положены разработки советских океанологов, которые во многом совпали с предложениями канадских и английских специалистов. В 1970 г. международная номенклатура морских льдов была принята всеми странами. В начале 80-х годов всеобщее одобрение получила система условных обозначений характеристик льда на карте.

Одновременно создавались рекомендации для судоводителей ледоколов и судов по тактике плавания во льдах. Первой крупной работой такого рода стало «Руководство для плавания во льдах Белого моря» Н. Морозова, изданное в 1920 г. Главным Гидрографическим управлением ВМС. В «Руководстве» нашли отражение такие вопросы, как управление судном во льдах, буксировка судов, скорость ледового плавания, особенности счисления при плавании во льдах и т. д. Активное освоение Северного морского пути на всем его протяжении, начатое в 30-е годы, потребовало создания руководств для плавания во льдах Арктики. В результате издается целая серия работ, посвященных тактике ледового плавания: М. П. Белоусова «О тактике ледового плавания» (1940), М. К. Петрова «Плавание во льдах» (1955), Ф. И. Воронина «Плавание в тяжелых условиях» (1956), М. В. Готского «Опыт ледового плавания» (1957), А. И. Дубинина «Плавание в Антарктику» (1966) и др.

В послевоенные годы выходят отдельные издания по тактике ледового плавания за рубежом. Среди них следует отметить «Руководство по ледовому плаванию» (издано в 1950 г. Гидрографическим управлением ВМС США), книги Д. Р. Морли «Полярные суда и навигация в Антарктике» (1963) и Е. А. Макдональда «Полярное судовождение» (1965). Зарубежный опыт был обобщен в книге В. И. Смирнова «Ледовые плавания и их научно-оперативное обслуживание за рубежом» (1970).

В последние два-три десятилетия ледовое плавание в нашей стране получило дальнейшее развитие. В больших масштабах обеспечивается регулярное круглогодичное судоходство в замерзающие порты Балтики, Дальнего Востока и Азовского моря; увеличился навигационный период на Северном морском пути, а на большой акватории Карского моря ледовые операции осуществляются в круглогодичном режиме. Таким образом, значительно возросла как протяженность ледовых трасс, так и их сложность. В ходе осенне-зимней навигации судоводители впервые столкнулись с рядом ледовых явлений, которые необходимо учитывать в ледовом плавании. Отдельные обобщения по тактике ледового плавания в современных условиях были сделаны капитанами В. А. Голохвастовым, В. К. Кочетковым, Ю. С. Кучиевым, В. В. Михайличенко и другими. В последнее время весьма полезное пособие по ледовому плаванию было подготовлено Н. Г. Бабичем и А. Т. Казаковым.

Эти и другие работы малоизвестны широкому кругу судоводителей. Часть из них порою перегружена сложной информацией. Кроме того, произошла существенная трансформация условных обозначений льда. С этой точки зрения классические труды М. В. Готского, М. К. Петрова, А. И. Дубинина не отражают в полной мере современное состояние тактики ледового плава-

ния. Наконец, эти книги просто стали библиографической редкостью. Перечисленные обстоятельства совокупно стали причиной того, что авторы решили написать книгу «Азбука ледового плавания», в которой в кратком и систематическом виде попытались представить особенности и правила плавания во льдах.

Структура изложения книги определялась ее объемом. Поэтому не все вопросы нашли в ней отражение, а отдельные разделы написаны в сжатом виде. По этой же причине в книге мало примеров из практики ледового плавания, иллюстрирующих действия судоводителей во льдах. Тем не менее, основные компоненты ледового плавания, с которыми судоводитель может встретиться на практике, в книге изложены, и мы надеемся, что она будет полезна морякам, особенно тем, кто впервые собирается вести свое судно в лед.

## Глава 1 ЛЕД КАК СРЕДА МОРЕПЛАВАНИЯ

### НАВИГАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОРСКИХ ЛЬДОВ

Международная номенклатура морских льдов содержит более 150 наименований, одно перечисление которых заняло бы много места и, конечно же, утомило читателя. Приведем поэтому лишь основные определения в пределах минимума знаний о льдах, необходимого морякам ледового плавания. Достаточно полное представление о проходимости льда судами можно получить на основе совокупности характеристик ледяного покрова — его сплоченности, возраста, формы, характера поверхности и динамического состояния. Рассмотрим их по порядку.

Главная навигационная характеристика льда — *сплоченность*, т. е. отношение площади льдин в зоне, где они распределены сравнительно равномерно, к общей площади этой зоны, выраженное в десятых долях (баллах). Сплоченность льда изменяется от одного до десяти баллов. Например, если сплоченность льда в зоне составляет 2 балла, то это означает, что 20% ее поверхности занимают льды (5 баллов — 50%, 10 баллов — 100%). В практике судовождения принято льды в зависимости от их сплоченности классифицировать как редкие (1—3 балла), разреженные (4—6 баллов), сплоченные (7—8 баллов), очень сплоченные (9—10 баллов) и сплошные (10 баллов, без признаков



воды). Кроме этого, используются термины «отдельные льдины» (менее 1 балла) и «чистая вода» (льды любого вида отсутствуют).

Разновидностью сплошного льда является *припай* — лед, который образуется вдоль побережья и остается относительно него неподвижным. Формирование припая начинается с ледяного заберега — полосы неподвижного молодого льда шириной от 1—3 до 100—200 м. Припай может образоваться и в результате примерзания к берегу дрейфующего льда любой возрастной категории, в зависимости от нее определяется возраст припая или отдельных его участков.

В различных частях ледовитых акваторий припай простирается в сторону открытого моря на расстояние от нескольких метров до сотен километров. При прочих равных условиях припай тем шире, чем мелководней данный район, чем изрезаннее береговая черта, чем больше у берега островов и подводных мелей. В одних местах припай взламывается и вновь образуется по нескольку раз в осенне-зимний период, в других — в отдельные годы он не разрушается даже в летний сезон. (Последнее характерно для ряда высокоширотных побережий.) Особенность припая — его подверженность колебаниям в вертикальном направлении, вызываемым изменениями уровня моря. Неподвижной остается только узкая кайма льда, скрепленная с берегом, — подошва припая.

В практике ледового плавания применяются также другие термины, характеризующие распределение льда в море: *ледяной массив* — скопление сплоченных льдов площадью в сотни квадратных километров, сохраняющееся летом в каком-то одном районе (характерно только для высокоширотных акваторий); *скопление дрейфующего льда* — зона льда, покрывающая участок моря в поперечнике более 10 км; *пятно льда* — зона льда, покрывающая участок моря в поперечнике менее 10 км;

*пояс льда* — скопление дрейфующего льда, длина которого больше ширины; *язык льда* — выступающая часть кромки льда до нескольких километров в длину; *перемычка льда* — труднопроходимый для судов неширокий участок моря на стыке двух зон сплоченных льдов или крупных ледяных полей; *разводье* — любой разлом (разрыв) очень сплоченного сплошного льда или припая, образовавшийся в результате процессов деформации льда; *заприпайная прогалина* — канал между дрейфующим и неподвижным льдом, проходимый для судов; *полюнья* — устойчивое пространство чистой воды среди неподвижных льдов или на их границе.

Следующий по значимости после сплоченности льда показатель навигационной проходимости той или иной зоны льда — его *возраст*, так как каждой возрастной категории льда соответствует определенный диапазон его толщин. Значение возраста льда играет решающую роль в зимний период, когда на акваториях замерзающих морей преобладают очень сплоченные или сплошные льды. В этой ситуации при выборе наиболее благоприятного маршрута плавания навигационная характеристика — сплоченность льда уступает свое место оценке распределения льда разного возраста. Принято различать начальные виды льда — ледяные иглы, ледяное сало, снежуру и шугу; нилас — темный, светлый и склянку; молодые льды — серые и серо-белые; однолетние льды — тонкие, средние и толстые; старые льды — двухлетние и многолетние.

При спокойном состоянии моря на его поверхности образуются мелкие кристаллы льда — *ледяные иглы*. Разрастаясь и срастаясь, ледяные иглы постепенно образуют налет, пятна темно-свинцового цвета — *ледяное сало*. Выпадение снега на поверхность моря ускоряет процессы ледообразования в результате появления ядер кристаллизации, опреснения и охлаждения поверхностного слоя, приводит к формированию кашеобразной

вязкой массы — *снежуры*. Ветер и сильное волнение сбивают сало и снежуру в рыхлые куски белесоватого цвета, называемые *шугой*.

При спокойном состоянии моря в результате охлаждения на его поверхности непосредственно из ледяного сала формируется тонкая блестящая прозрачная корка — *склянка*, ее толщина не превышает 5 см. Наиболее интенсивно образуется склянка в хорошо закрытых бухтах и на небольших пространствах чистой воды между льдинами при условии, что тонкий поверхностный слой моря сильно распреснен. При волнении склянка легко ломается на стекловидные куски.

На большинстве морских акваторий начальные виды льда по мере охлаждения воды переходят в *темный нилас* (лед толщиной 3—5 см матово-темного цвета), а затем в *светлый нилас* (лед толщиной 5—10 см темно-серого цвета). Особенность ниласа — эластичность, в результате чего он легко изгибается на небольшой волне и зыби, а при сжатиях образует зубчатые наслоения<sup>1</sup>. В местах наслоений нилас заметно светлеет из-за увеличения своей толщины. Свежий снег, выпавший на поверхность ниласа, быстро пропитывается морской водой и темнеет.

Начальные и ниласовые виды льда пропитаны водой из-за своей малой толщины, в дальнейшем же по мере утолщения лед начинает приподниматься над водой и постепенно сначала сереет, а затем и белеет. Вот почему молодые *серые льды* толщиной 10—15 см обладают более светлым оттенком, чем светлый нилас. Снежный покров на серых льдах, как и на ниласе, не просматривается. Они ломаются на волне, при сжатии на стыках их полей образуются невысокие торосистые гряды<sup>2</sup>, в

<sup>1</sup> Образования, возникающие в результате наплзания вплотную одних льдин на поверхности других.

<sup>2</sup> Сравнительно прямолинейное нагромождение битого льда.

целом при сжатии серых льдов происходит преимущественное их наслаивание. У *серо-белых* же льдов (толщина 15—30 см) при подвижках полей на стыках возникают торосистые гряды и отдельные □□□□-образные зубцы. Для серо-белых льдов характерен тонкий и преимущественно ровный снежный покров.

Дальнейшей стадией развития молодого льда является *однолетний* лед, который принято условно делить на *тонкий (белый)* лед (толщина 30—70 см); *средний лед* (толщина 70—120 см); *толстый лед* (толщина более 120 см).

По внешним признакам — мощности и характеру снежного покрова, толщине льда в свежих изломах и форме ледяных образований — разновидности однолетнего льда может определить лишь опытный наблюдатель.

Льды, претерпевшие по меньшей мере один цикл летнего таяния, называют *старыми*. Среди них выделяют *двухлетние* и *многолетние* льды, которые подверглись таянию соответственно один раз и более одного раза. Основными внешними признаками разновидностей старого льда являются рельеф поверхности, толщина в свежих изломах и их цвет, характер разрушенности. Чем старше льды, тем сглаженнее формы поверхности, тем голубее цвет в изломах, тем округлее формы полей льдов. Для опытного наблюдателя установление этих различий не представляет особых затруднений.

Если впереди по курсу судна наблюдаются льды одинаковой сплоченности и возраста, важной навигационной характеристикой становятся *формы ледяных образований*.

Оценка форм дрейфующих льдов сводится к определению горизонтальных размеров ледяных образований с тем, чтобы в баллах (по 10-балльной шкале)

выразить соотношение количества льдин различных форм на том или ином участке. Обычно выделяется преобладающая форма льда для основных возрастных характеристик и оценивается его количество.

Среди ледяных образований принято различать ледяные поля (более 0,5 км в поперечнике), обломки полей (100—500 м), крупнобитый лед (20—100 м), мелкобитый лед (2—20 м), тертый лед и ледяную кашу (до 2 м). Ледяные поля условно делят на гигантские (более 10 км в поперечнике), обширные (2—10 км) и большие (0,5—2 км).

Среди молодых льдов толщиной 10—15 см выделяют *блинчатый лед* — льдины преимущественно круглой формы диаметром 0,3—3 м. Характерный признак блинчатого льда — приподнятые более светлого оттенка края льдин. В прикромочной зоне волнение и зыбь сбивают блинчатый лед в плотную массу, при этом иногда «блины» спрессовываются в почти вертикальном положении. Смерзаясь, эта масса превращается, по образному выражению моряков, в «чешуйчатый» лед, который при толщине всего 20—40 см порою труднопроходим даже для мощных атомоходов.

Морские льды лишь редко бывают ровными, в большинстве случаев процессы деформации льда приводят к образованию на его поверхности наслоений и торосов. В результате толщина ледяного покрова существенно увеличивается, что отражается на условиях плавания судов и ледоколов. Вот почему одной из важнейших навигационных характеристик льда в любое время года является его *торосистость* — степень покрытия поверхности льда торосами всех видов. Оценивается торосистость по 10-балльной шкале, т. е. 1 баллу соответствует 10% площади зоны, занятой торосистыми образованиями.

Дрейфующие льды, как правило, характеризуются беспорядочной торосистостью, т. е. гряды торосов, ори-

ентированные в разных направлениях, перемежаются отдельными нагромождениями и ропаками<sup>1</sup>. Это результат многократных торошений, происходивших при различных направлениях подвижки и сжатия льда. Иная картина на припае. Здесь, особенно у кромки припая, отмечается грядовая торосистость, как правило, почти параллельно кромке. В этих условиях наблюдатели, определяя границы зон различной торосистости, показывают на ледовой карте преобладающее направление гряд, их длину, высоту, возраст. Особое внимание обращается на местоположение барьеров<sup>2</sup> и поясов<sup>3</sup> торосистых нагромождений.

В теплый период года главной характеристикой ледяного покрова становится его *разрушенность*, т. е. степень разрушения льда в процессе таяния. С точки зрения проходимости судна во льдах оценка разрушенности льда имеет большое навигационное значение, так как позволяет при отсутствии прямых измерений толщины льда судить о скорости его таяния, а следовательно, о толщине льдов разных возрастных категорий. Оценка разрушенности льда основана на учете внешних признаков, характеризующих изменения поверхности ледяного покрова в результате его таяния, и производится по шкале цифровых символов. Следует только иметь в виду, что в один и тот же момент времени степень разрушенности льда различных возрастных категорий может быть не одинаковой.

Ниже приведена шкала оценки степени разрушенности льда.

<sup>1</sup> Отдельно стоящая (вертикально или наклонно) на ровном льду льдина.

<sup>2</sup> Мощная гряда торосов на припае, местами скрепленная с грунтом.

<sup>3</sup> Несколько параллельных гряд, образовавшихся в результате многократных сжатий и разрежений.

Стадия таяния	Степень разрушенности
Таяния нет	0
Снежиц <sup>1</sup> мало (отдельные снежицы)	1
Снежиц много	2
Затопленный лед	3
Проталин <sup>2</sup> мало (отдельные проталины)	4
Проталин много	5
Обсохший лед <sup>3</sup>	6
Гнилой лед <sup>4</sup>	7
Некоторые снежицы замерзли	8
Все снежицы замерзли	9
Не определялась или неизвестна	x

В холодный период года важной навигационной характеристикой является *заснеженность* льда, так как снег на его поверхности неблагоприятно отражается на ледопроеходимости ледоколов и судов. Кроме того, степень заснеженности льда и формы снежных образований являются существенным косвенным признаком, позволяющим наблюдателям определить возраст льда с самолета или вертолета. Оценка степени заснеженности льда на ледовых картах производится по следующей шкале, в которой определенной толщине снега соответствует условная цифра:

Толщина снега, см	Степень заснеженности	Толщина снега, см	Степень заснеженности
Нет снега	0	До 50	5
До 5	1	До 75	6
До 10	2	До 100	7
До 20	3	Более 100	8
До 30	4	Неизвестна	9

<sup>1</sup> Скопление на льду талой воды в результате таяния снега или льда.

<sup>2</sup> Вертикальное сквозное отверстие во льду под снежицей.

<sup>3</sup> Лед, с поверхности которого с появлением проталин и трещин исчезли снежицы.

<sup>4</sup> Лед, который приобрел сотообразное строение.

Наибольшие затруднения для плавания судов во льдах оказывают сжатия льда — перегруппировки льда под воздействием ветра и течений, в результате которых расстояния между отдельными льдинами уменьшаются, лед при его сплочении начинает деформироваться, что приводит к образованию наслоений, торосов, подсовов<sup>1</sup>, набивного льда<sup>2</sup>. Для возникновения сжатия льда необходимы препятствия движению ледяных масс. С этой точки зрения можно выделить два типа сжатий льда, возникшие вследствие: дрейфа ледяных масс на неподвижное препятствие (берег, кромку припая); встречного движения различных ледяных масс (подвижное препятствие). Очевидно, что сжатия первого типа характерны для прибрежных акваторий, второго — для открытого моря.

Принято различать периодические и непериодические сжатия льда. Первые вызываются приливо-отливными явлениями, вторые — ветром и морскими течениями. Продолжительность сжатия льда зависит от длительности действия силы, вызывающей ее (известны случаи, когда в высокоширотных районах сжатия льда происходили в течение 13 сут, фактически блокируя движение судов по трассе), а степень сжатия льда пропорциональна этой силе. В частности, при непериодическом сжатии льда его сила зависит не только от местного ветра, но и ветра, дующего достаточно далеко от данного района, т. е. от всей массы льда, вовлеченного в однонаправленный дрейф в сторону препятствия. Степень сжатия льда оценивается по внешним признакам (табл. 1).

Как видно из изложенного выше, оценка проходимости судна во льдах является делом весьма сложным,

<sup>1</sup> Лыдина, втиснутая под другую лыдину.

<sup>2</sup> Полоса сильно уплотненного и наслоенного льда у кромки дрейфующей лыдины, припая или вдоль берега (ширина 100—5000 м, осадка 2—20 м).

Таблица 1. Шкала оценки степени сжатия льда

Характеристика сжатия льда	Состояние ледяного покрова	Степень сжатия
Лед не сжат, «на расплыве»	Среди сплоченных льдов наблюдаются каналы, незакрывающиеся трещины и разводья; на стыках полей отсутствуют свежие торосы и выпучивания тертого льда	0
Лед слабо сжат	В зоне сжатия наблюдаются отдельные разводья и свежие трещины; ледяная каша между льдинами уплотнена; среди ниласа и серых льдов повсеместно видны наслонения, среди серо-белых льдов — торосистые образования (торосы взлома)	1
Лед заметно сжат	В зоне сжатия сохранились лишь редкие небольшие разводья и узкие трещины переменной ширины, свидетельствующие о сдвигах льдин относительно друг друга; тертый лед частично выжат на края льдин; молодые льды среди остаточных <sup>1</sup> большей частью выторошены; на стыках полей наблюдаются свежие торосистые образования	2
Лед сильно сжат	Пространства чистой воды и открытые трещины отсутствуют; молодой лед среди остаточного полностью выторошен, а ледяная каша большей частью выжата; на краях льдин наблюдаются валы, на стыках полей однолетнего и старого льда — гряды и барьеры торосов, а в прибрежной зоне — набивной лед	3

<sup>1</sup> В высокоширотных районах так называют однолетний лед, не успевший растаять за лето после начала устойчивого ледообразования (до 1 января — в Арктике и до 1 июня — в Антарктике), затем он переходит в категорию двухлетних льдов.

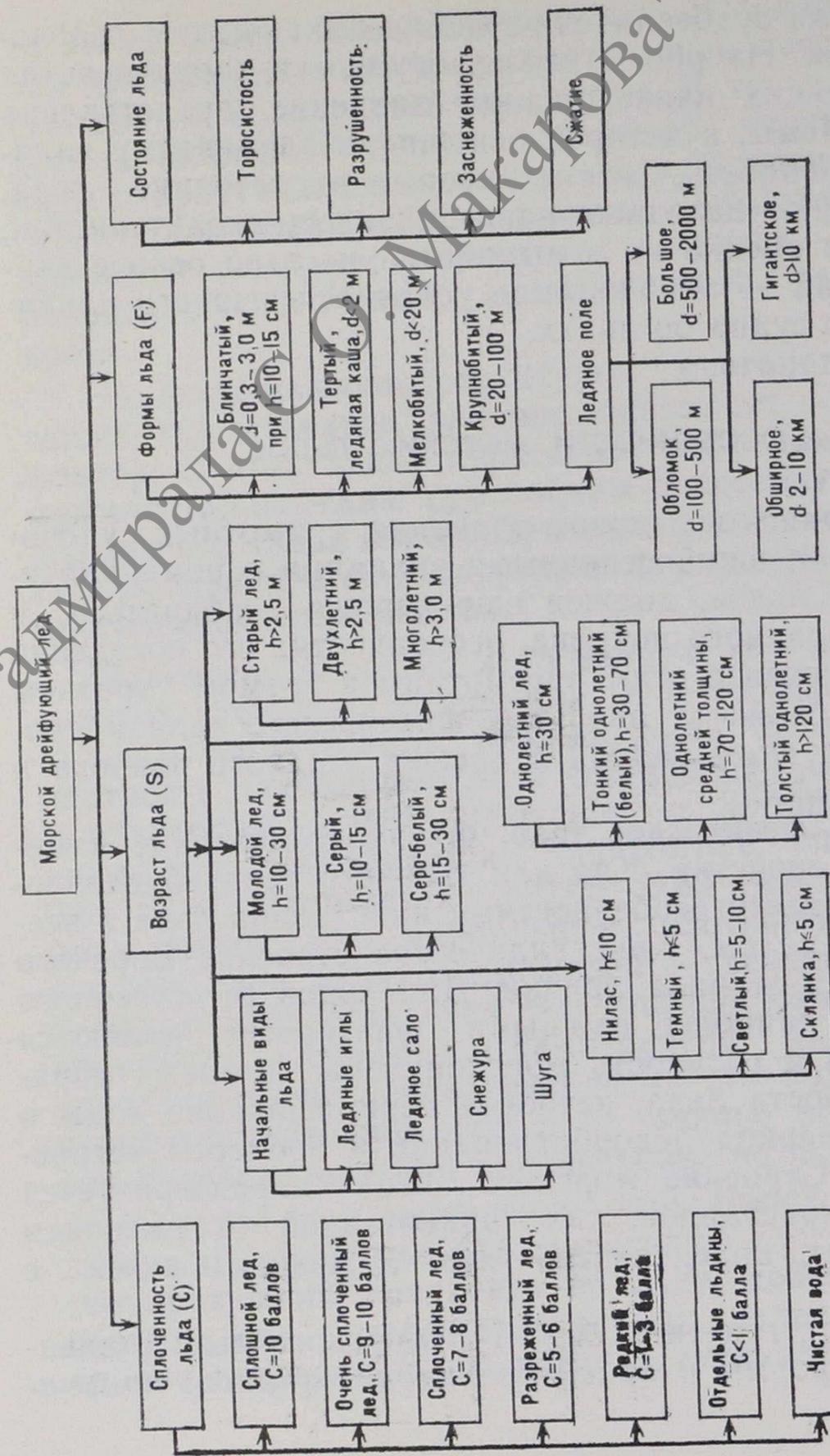


Рис. 1. Система навигационной оценки морского дрейфующего льда

особенно для судоводителя с небольшим опытом ледового плавания. На рис. 1 вся совокупность характеристик льда, имеющих навигационное значение, представлена в виде системы, в которой основными элементами являются сплоченность, возраст, форма и состояние льда. Значение перечисленных навигационных характеристик, правильная оценка их и выработка на этой основе верных решений — необходимое условие успешного плавания любого судна во льдах.

### ОСОБЕННОСТИ МОРСКИХ ЛЬДОВ

Направляясь в ледовое плавание, грамотный судоводитель, овладевший основными знаниями о номенклатуре морских льдов, должен еще хорошо разбираться в свойствах ледяного покрова, особенностях его поведения в море. В связи с этим рассмотрим в самом кратком изложении свойства льда как физического тела и процессы нарастания, таяния и дрейфа ледяного покрова в море.

**Лед как физическое тело.** Физико-химические и механические свойства льда как твердого тела обусловлены структурными особенностями кристаллов льда и всего блока в целом. Кристаллическое строение морского льда зависит от ряда причин. Для льдов естественного нарастания наиболее важными факторами являются температура и соленость морской воды во время образования и роста льда, ветровое перемешивание воды в начальный период ледообразования и процессы «старения» льда. Строение морского льда характеризуется величиной кристаллов, их ориентацией и наличием субструктуры, определяемой расположением ячеек с рассолом.

Различают три типа структур морского льда в зависимости от формы и ориентировки кристаллов: *призма-*

*тический, волокнистый и зернистый.* В солоноватых водах преобладают льды призматической структуры, в соленых — волокнистой структуры. В тех и других водоемах встречаются льды зернистой структуры, т. е. льды с кристаллами сравнительно небольших размеров, ориентированными в пространстве хаотически. Льды с зернистой структурой находятся главным образом в районах с повышенной динамичностью ледяного покрова.

На формирование структуры многолетних льдов также существенное влияние оказывает термический фактор. В этих льдах происходит миграция рассола по межкристаллическим прослойкам с последующим замещением его талой водой. При повторном смерзании кристаллы приобретают округлую форму, лед становится многолетним, уплотняется.

*Плотность морского льда* зависит от наличия воздушных и солевых включений, т. е. от пористости, текстуры и термического режима льда. В зимний сезон плотность однолетнего льда составляет  $0,86-0,92$  г/см<sup>3</sup>, многолетнего —  $0,83-0,90$  г/см<sup>3</sup>; в летний сезон плотность льда уменьшается: однолетние льды —  $0,56-0,64$  г/см<sup>3</sup>, многолетние —  $0,62-0,83$  г/см<sup>3</sup>. Причем во все времена года наибольшей плотностью обладают средние слои льда, наименьшей — верхний и нижний. В целом плотность льда тем больше, чем меньше его пористость, соленость и температура. Плотность льда определяет отношение углубления его подводной части к высоте надводной (табл. 2), знание которого важно для судоводителя при ориентировке во льдах.

Морской лед постепенно опресняется, что обусловлено миграцией рассола, зависящей от вертикального температурного градиента во льду, действия гравитационных сил и гидростатического давления. Установлено, что основная масса рассола вытекает из льда в пе-

Таблица 2. Отношения углубления подводной части к высоте надводной части льдов с вертикальными стенками

Плотность воды, г/см <sup>3</sup>	Плотность льда, г/см <sup>3</sup>							
	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
1,00	1,5	1,9	2,3	3,0	4,0	5,7	9,0	19,0
1,01	1,5	1,8	2,3	2,9	3,8	5,3	8,2	15,2
1,02	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	5,0	7,5	13,6
1,03	1,4	1,7	2,1	2,7	3,5	4,7	7,0	11,9

риод его формирования, когда лед сравнительно тонкий и его температура сравнительно высока. Последнее способствует увеличению массы жидкой фазы, разрушению сморози между кристаллами и открытию пор, по которым рассол стекает вниз. Чем быстрее образуется и нарастает лед, тем больше в нем задерживается рассола и тем выше его соленость. После образования льда его соленость через 1—2 месяца снижается почти в 2 раза, а затем меняется сравнительно мало. С началом таяния льда вновь происходит быстрое падение уровня его солености. В Арктике средняя величина солености однолетних льдов 4—8, многолетних — 1—2‰.

Состояние льда зависит от его температуры. Исследования температуры толстого льда в вертикальном разрезе показали, что зимой у нижней части ледяного покрова она близка к температуре замерзания, у поверхности — температуре воздуха. Колебания температуры воздуха постепенно продвигаются к нижним слоям льда, причем с увеличением его толщины эти колебания распространяются со все более заметным запаздыванием.

Структура, соленость и температура льда определяют его прочность — отношение минимальной нагрузки, вызывающей разрушение образца льда, к площади его поперечного сечения. Различают прочность льда на изгиб, сжатие, растяжение, срез, удар и т. д. Существуют экспериментальные методы установления этих прочностных характеристик. Обычно полученные таким образом данные дают большой разброс величины прочности (табл. 3), что обусловлено рядом причин: погрешностями самих методик, наличием микро- и макротрещин в кристаллической решетке льда и т. д. Тем не менее можно считать, что прочность морского льда в 1,5—2 раза больше прочности пресноводного; она увеличивается с повышением его температуры и понижением его солености.

В зависимости от температуры льда и скорости деформации его разрушение может происходить хрупко или пластично. В первом случае до разрушения не заметно никаких видимых изменений образца, во втором — наблюдаются пластические преобразования его форм. Величина напряжения, соответствующая моменту перехода от упругого состояния к пластическому, носит название предела упругости: максимального напряжения, при котором после снятия нагрузки исчезает деформация, т. е. тело принимает прежнюю форму. Чем ниже температура льда, тем выше для него значение предела упругости. Чем с большей скоростью действует нагрузка, тем больше зона упругости, в которой работает лед.

Таблица 3. Наиболее вероятные значения прочности льда при температуре льда — 5—10°

Вид льда	Прочность льда, Н/см <sup>2</sup>		
	на сжатие	на изгиб	на срез
Пресноводный	300—360	160—190	80—120
Морской	200—240	90—120	10—90

Например, при ударе ледокола лед работает упруго до своего разрушения, так как пластическая деформация развиваться не успевает. Пластические свойства льда возрастают с увеличением его солености, вот почему упругость морского льда меньше, чем пресноводного. Этим объясняется тот факт, что у границы чистой воды морской лед толщиной до 10 см при прохождении волны или зыби не ломается, а изгибается.

**Наращение, таяние и дрейф льда.** Изменчивость ледовых условий на акваториях морей определяется процессами нарастания, таяния и дрейфа льда. Чтобы иметь возможность предвидеть неожиданные изменения ледовой обстановки, судоводителю полезно получить хотя бы самое общее представление об этих процессах.

Образование льда начинается в первую очередь в прибрежных мелководных районах, где теплозапас моря наименьший и сказывается распресняющее влияние материковых вод. В высоких широтах молодой лед образуется прежде всего среди остаточных льдов, где теплозапас деятельного слоя моря близок к нулю, затем волна ледообразования постепенно распространяется в направлении прикромочной зоны. В начальный период процесс ледообразования, как правило, весьма неустойчив, может прерываться кратковременными повышениями температуры воздуха и сильным волнением. Вот почему в практике ледовых наблюдений различают сроки первого появления льда и сроки устойчивого ледообразования.

После образования льда его нарастание зависит от температуры воздуха и начальной толщины ледяного покрова (табл. 4); таким образом с увеличением начальной толщины льда темпы его нарастания при одной и той же температуре воздуха существенно замедляются. Кроме того, на интенсивность нарастания льда оказывает влияние толщина снежного покрова, который,

Таблица 4. Прирост льда за сутки, см

Начальная толщина льда, см	Температура воздуха, °С					
	-5	-10	-15	-20	-25	-30
0	8	11	14	16	18	20
5	4	8	10	12	14	15
10	3	5	7	9	11	12
15	2	4	6	7	8	10
25	1	3	4	5	6	7
50	0,5	1	2	2	2	3

будучи плохим проводником тепла, выступает в качестве своего рода теплоизолятора. Например, при начальной толщине льда 50 см и среднесуточной температуре воздуха — 25° за 10 сут при отсутствии снега нарастает 30 см льда, при толщине снега 10 см — 18, а при толщине снега 20 см — 9 см льда.

Таяние льдов сверху начинается еще при отрицательной температуре воздуха. Объясняется это тем, что из-за притока солнечного тепла температура поверхности льда (снега) становится равной температуре таяния льда (снега). На таяние ледяного покрова в большой мере влияет тепло солнечной радиации и отражательная способность льда. Чем загрязненнее его поверхность, тем большая доля тепла солнечной радиации будет поглощена льдом и интенсивнее будет его таяние. Снег обладает высокой отражательной способностью и низкой теплопроводностью. Вот почему чем выше снежный покров, тем позднее начинается интенсивное таяние льда. Отчетливо прослеживается связь между стаиванием льда и шероховатостью его поверхности: установлено, например, в Арктике на южном склоне тороса лед стаивает в три раза быстрее, чем на ровной поверхности.

В районах, подверженных воздействию речных стоков и тепла морских течений, существенную роль играет



таяние нижней поверхности льда. Этому же способствуют и участки чистой воды среди льдов. Из-за малой отражательной способности поверхности воды она аккумулирует лучистую энергию солнца, которая частично расходуется на таяние льда сбоку и снизу (тепло посредством турбулентного перемешивания распространяется под льдину).

Скоротечные изменения ледовых условий, с которыми большей частью приходится сталкиваться судоводителю, определяются в основном дрейфом льда. Движение любой льдины обусловлено в первую очередь касательным (силой трения между поверхностью льда и воздушным потоком) и нормальным (силой давления ветра на возвышающуюся над водой боковую поверхность льдины и на торосы) напряжением ветра на лед. Добавочное ускорение (замедление) льдина может получить благодаря воздействию течения. В связи с вращением Земли на льдину оказывает влияние ускорение Кориолиса, отклоняющее дрейф льда от направления ветра вправо и влево соответственно в северном и южном полушариях. В общую картину дрейфа включаются также силы трения и столкновения льдины с окружающими льдинами и берегом.

Скорость дрейфа льда в среднем в 50 раз меньше, чем скорость ветра, т. е. отношение скорости дрейфа к скорости ветра равно примерно 0,02. Это отношение, называемое *ветровым коэффициентом*, зависит от ряда факторов. Ветровой коэффициент уменьшается с увеличением продолжительности действия ветра, толщины и сплоченности льда, размеров льдин. Наоборот, ветровой коэффициент возрастает с повышением торосистости льда; выше он в проливах и по мере удаления от береговой черты. В районах, где в значительной степени проявляется воздействие течений, иногда наблюдается дрейф льда, направленный против ветра. Таким образом, в реальных условиях ветровой коэффициент может

меняться от минусовых значений до 0,035. Тем не менее ветровой коэффициент 0,02 применим, так как отклонения от него в большинстве случаев незначительны.

Важно знать и величину отклонения дрейфа льда от направления ветра, которую на практике на широтах 60—70° принято считать равной 25—30°. Этот угол следует учитывать при определении нажимного и отжимного дрейфа (например, при общем направлении побережья с востока на запад восточные ветры будут отжимать лед от берега, а западные — прижимать). Следует только помнить, что такое правило является весьма упрощенным и на деле отклонение дрейфа льда от направления ветра зависит еще от направленности течений, очертания побережья, наличия островов и мелководий. Кроме того, угол отклонения дрейфа от ветра увеличивается по мере уменьшения сплоченности льда и размеров льдин. В целом же угол отклонения дрейфа от направления ветра является функцией широты и максимален в районе полюса. Вот почему в Центральном Арктическом бассейне справедливо *правило изобарического дрейфа*: лед дрейфует вдоль «мгновенных» изобар, оставляя область повышенного давления воздуха справа, со скоростью, пропорциональной градиенту давления. С некоторыми допущениями это правило можно использовать и в арктических морях.

#### РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЛЬДА В МИРОВОМ ОКЕАНЕ

Границы возможного ледового плавания в Мировом океане определяются пределами распространения льда в океане, его сезонными и многолетними колебаниями. В связи с этим рассмотрим кратко географические закономерности распространения льда отдельно в северном и южном полушариях.

Предварительно заметим, что в настоящее время морские льды занимают в среднем за год 23,74 млн. км<sup>2</sup>,

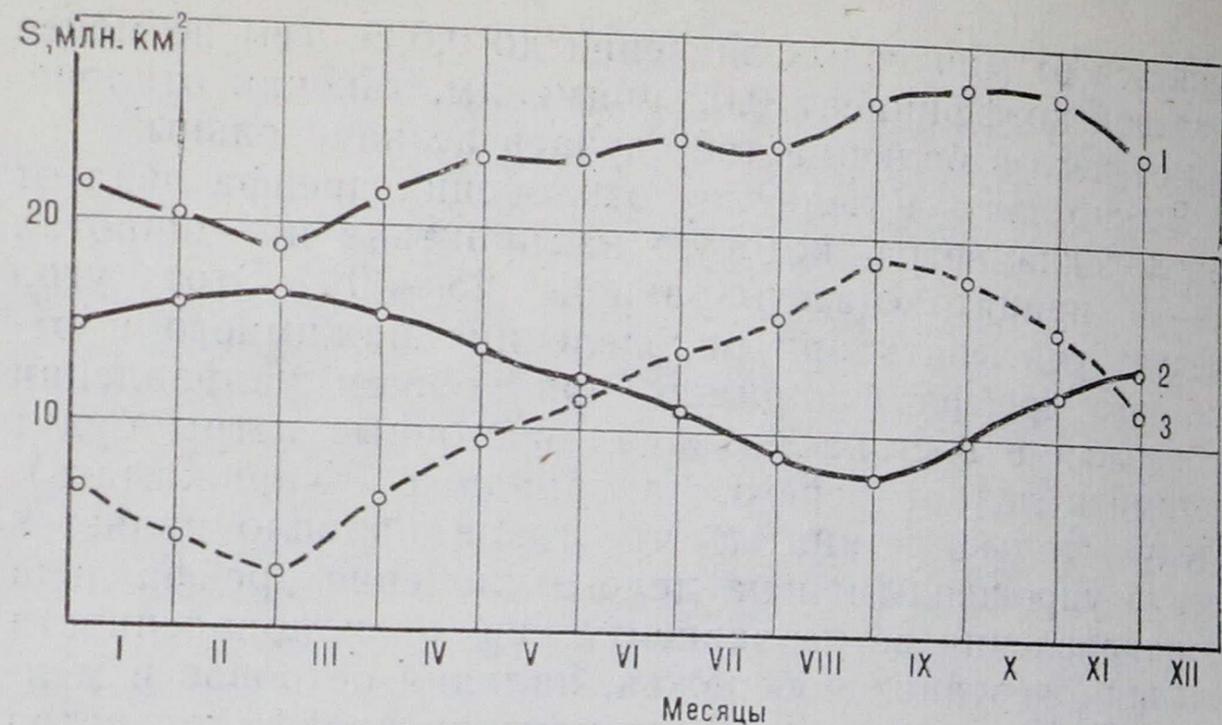


Рис. 2. Сезонные изменения средних площадей льда ( $S$ ) в Мировом океане (1), в северном (2) и южном (3) полушариях

или 6,6% всей площади Мирового океана, из них 12,65 млн. км<sup>2</sup> (53,2%) приходится на северное полушарие и 11,9 млн. км<sup>2</sup> (46,8%) — на южное. Максимальную площадь льда в Мировом океане занимают в октябре (27,74 млн. км<sup>2</sup>), минимальную — в марте (18,73 млн. км<sup>2</sup>).

В течение года площади льдов в северном и южном полушариях изменяются в противофазе (рис. 2), т. е. максимальной площади льда в северном полушарии в марте (16,11 млн. км<sup>2</sup>) соответствует их минимальная площадь в южном (2,62 млн. км<sup>2</sup>). В сентябре наблюдается обратная картина: при минимальной площади льда в северном полушарии (7,95 млн. км<sup>2</sup>) его площадь в южном становится максимальной (18,82 млн. км<sup>2</sup>). Из приведенных цифр видно, что в зимний период площадь морских льдов в южном полушарии больше, чем в северном (на 2,71 млн. км<sup>2</sup>), а в летний период площадь льдов в южном полушарии меньше, чем в север-

ном (на 5,33 млн. км<sup>2</sup>). Амплитуда сезонных колебаний площади морских льдов в северном полушарии составляет 8,16 млн. км<sup>2</sup>, что почти в 2 раза меньше, чем в южном (16,20 млн. км<sup>2</sup>). Столь большая разница в амплитудах объясняется тем, что в северном полушарии значительная площадь льда располагается вокруг Северного полюса, где существенно снижается приток солнечной радиации.

**Льды северного полушария.** Особенности географического распространения морских льдов в северном полушарии в марте и сентябре показаны на рис. 3. В другие месяцы года границы льда занимают промежуточное положение.

В летний сезон морские льды в северном полушарии располагаются, главным образом, в Северном Ледовитом океане и лишь узкой полосой — вдоль юго-восточного побережья Гренландии, т. е. уже в водах Северной Атлантики. Как это видно на рис. 3, даже летом распространение льда в Северном Ледовитом океане весьма неравномерно во времени. В июне северные побережья полностью блокированы льдом. Затем таяние заставляет кромку льдов постепенно отступать на север. В отдельные годы в ряде районов (как правило, в восточных частях морей Карского и Лаптевых) она выходит за пределы 80-й параллели. Бывают годы, когда арктические побережья вовсе не освобождаются от льда — это время от времени происходит в восточной части Карского моря, в море Лаптевых, Восточно-Сибирском, Чукотском и Бофорта морях, а также в ключевых проливах Северо-Западного прохода. В такие годы возможность мореплавания в этих районах полностью зависит от уровня ледокольного обеспечения.

В конце сентября — начале октября фронт образования молодого льда смещается к югу, начинается увеличение площади морских льдов. Первоначально в

октябре—декабре приращение площади морских льдов происходит в основном в Северном Ледовитом океане (рис. 4). Когда льды в Арктике достигают берегов, приращение площади льда почти прекращается. В январе—марте увеличение площади морских льдов в северном полушарии происходит уже в тихоокеанских мо-

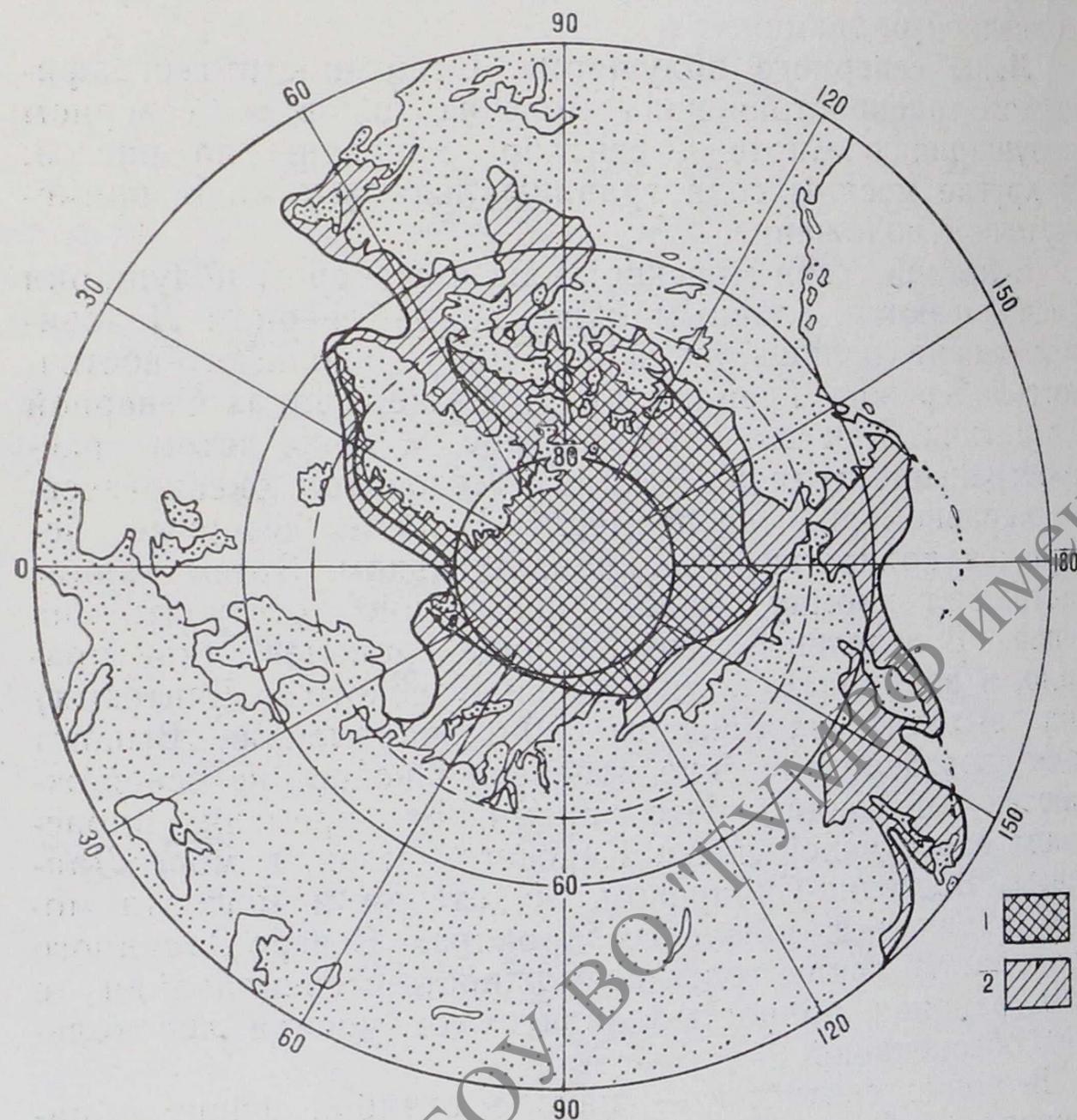


Рис. 3. Распространение морских льдов в северном полушарии: 1 — в сентябре; 2 — в марте

рях — Беринговом, Охотском, Японском, в районах Северной Атлантики, Балтийском, Черном, Азовском и Каспийском морях.

Отличительная особенность распределения льда в северном полушарии в зимний сезон — значительное распространение льда на юг у западных побережий Атлантического и Тихого океанов (см. рис. 3). Так, в Атлантике морские льды можно встретить до широты 46° (район Ньюфаундленда и залива Св. Лаврентия), а в Тихом океане — вдоль азиатского побережья — до широты 43°, причем здесь отдельные бухты и заливы замерзают до широты 37°. Вместе с тем у восточных побережий океанов граница морских льдов располагается в более высоких широтах. Например, в разгар зимы западнее архипелага Шпицберген можно беспрепятственно достичь широты 80°, в Тихом океане по меридиану 180° — широты 60°.

Столь значительная асимметрия в распределении льдов между западными и восточными частями Атлантического и Тихого океанов обуславливается, главным образом, особенностями атмосферной и океанической циркуляции. Воздействие Исландского и Алеутского минимумов атмосферного давления определяет у западных побережий океанов преобладание ветров с северными составляющими, в результате увеличивается перенос холода из Арктики, стимулирующего ледообразование. Эти же ветровые потоки способствуют дрейфу льда на юг. Эти процессы у западных побережий океа-

2\*

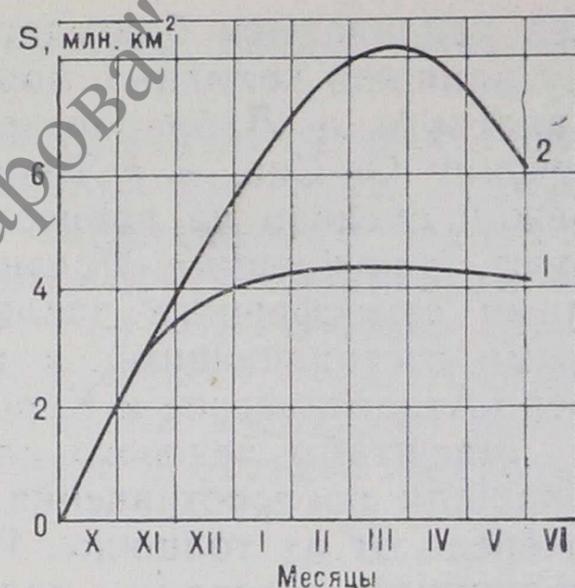


Рис. 4. Сезонное приращение площади льда (S) в Северном Ледовитом океане (1) и в северном полушарии (2)

нов усиливаются благодаря тепловому и динамическому влиянию холодных морских течений: Восточно-Гренландского и Лабрадорского течений — в Атлантике, течения Оя-Сио — в Тихом океане. У восточных побережий океанов на процессы ледообразования воздействуют порожденные Исландским и Алеутским минимумами атмосферного давления ветровые потоки с южными составляющими, а также теплые течения — Северо-Атлантическое и Куро-Сио.

Масштабы ледового плавания зависят не только от площади распространения морских льдов, но в первую очередь от их толщины. Распространение льдов разной толщины в северном полушарии весьма неравномерно как в пространственном отношении, так и во времени. В центральной части Северного Ледовитого океана примерно в районе полюса относительной недоступности<sup>1</sup> находится центр ядра ледяного покрова — наиболее устойчивые во времени многолетние и двухлетние льды толщиной более 2,5—3,5 м; их площадь составляет соответственно 3,6 и 3,2 млн. км<sup>2</sup>.

Эти оценки пока предварительны, они учитывают не только льды Арктического бассейна, но и акваторий, прилегающих к восточному побережью Гренландии. Сюда многолетние льды поступают из Арктического бассейна в системе трансарктического течения, распространяющегося от Берингова пролива через Северный полюс к проливу Фрама (между Шпицбергом и Гренландией). В самом центре антициклонического круговорота (рис. 5) льды в течение многих лет могут не выноситься из Арктического бассейна. Возраст некоторых из них, согласно расчетам, — около 20 лет. Эти льды, называемые канадским паком, по мощности превосходят многолетние льды на периферии антицик-

<sup>1</sup> Точка, равноудаленная от всех побережий Арктического бассейна (77° с. ш., 150° з. д.).

лонического круговорота и в системе трансарктического течения.

При устойчивых неблагоприятных синоптических ситуациях в отдельные годы многолетние льды в виде отрогов смещаются в районы традиционного ледового судоходства: проливы Канадского арктического архипелага, прибрежные трассы моря Бофорта, пролива Лонга, восточной части Восточно-Сибирского моря. Иногда эти льды устремляются на юг вдоль восточного побережья Северной Земли, блокируя восточные подходы пролива Вилькицкого.

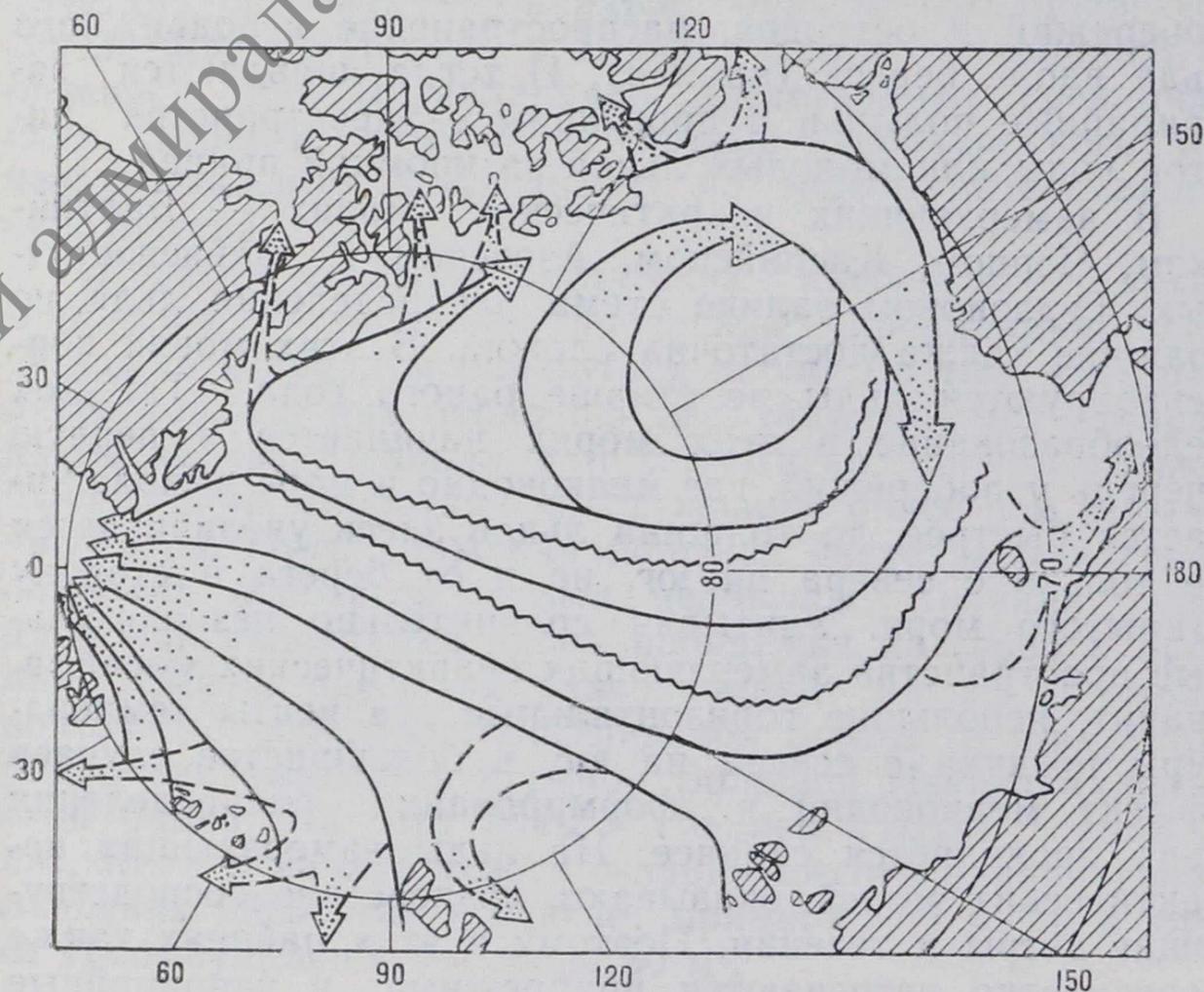


Рис. 5. Схема генерального дрейфа льда в Северном Ледовитом океане

С внешней стороны ядра многолетних арктических льдов располагается пояс однолетних льдов, образование которых начинается в осенний период. К концу зимы толщина этих льдов превышает 2 м. По направлению к границе чистой воды толщина льдов постепенно уменьшается. По краям ледяной арктической шапки, окаймляя ее по всему периметру в виде узкой ленты, находятся молодые льды. Конечно, схема распределения льда по толщине, изложенная нами, весьма приближена. На самом деле общая картина каждый год выглядит гораздо сложнее. На нее влияют господствующие ветры и течения, географическое положение побережий и островов, распространение неподвижного льда вдоль берега (припая). И тогда появляются заприпайные полыньи и прогалины — пространства чистой воды или молодых льдов за кромкой припая.

В замерзающих неарктических морях — Балтийском, Черном, Каспийском, Азовском и дальневосточных, Гудзоновом заливе схема распределения льда по толщине также достаточно сложна. В этих морях концентрируются льды не старше одного года. Так как ледообразование в этих морях начинается в первую очередь у побережий, где мелководно и море выхолаживается быстрее, то толщина льдов здесь увеличивается не только с севера на юг, но и от берега в сторону открытого моря. Учитывая сравнительно незначительные пространства замерзающих неарктических морей, а значит, небольшие горизонтальные градиенты температуры воздуха с севера на юг, в большинстве случаев эффект мелководий в формировании распределения льда проявляется сильнее. На льды замерзающих неарктических морей оказывают воздействие господствующие ветры и течения. Поэтому в этих районах также повсеместно встречаются прибрежные и заприпайные полыньи, обширные разводья среди сплошных льдов и т. п. Особенности такого рода всегда можно увидеть

на картах распределения льда или при плавании в этих морях в холодный период года.

Представление о распределении льда в морях Северного полушария не будет полным, если не упомянуть об айсбергах, встречающихся на значительных их пространствах и преподносящих пренеприятные сюрпризы мореплавателям. Согласно современным оценкам ученых, ежегодный «выпуск продукции» арктических ледников в виде айсбергов составляет  $4,7 \cdot 10^{17}$  г, из них  $4,6 \cdot 10^{17}$  г, или 98%, приходится на Гренландию. Остальные 2% айсбергов зарождаются на других арктических островах — главным образом Шпицбергене, Земле Франца-Иосифа и Новой Земле. Наибольшую опасность для мореплавания представляют гренландские айсберги, которые в системе Лабрадорского течения выносятся в Атлантику на трассы интенсивного судоходства.

«Родина» североатлантических айсбергов — преимущественно западное побережье Гренландии, где ежегодно в среднем образуется около 7,5 тыс. крупных айсбергов. Из них около 5,5 тыс. откалывается от ледников залива Мелвилл и бухты Диско, причем только один ледник Якобсхавн «дает жизнь» более чем тысяче айсбергов. Пути движения большей части западногренландских айсбергов весьма необычны. Сначала течением они увлекаются вдоль побережья на север к проливу Смита, здесь их разворачивает на юг и вдоль восточного побережья Баффиновой Земли и п-ва Лабрадор они выносятся в район Большой Ньюфаундлендской банки. На этот путь в среднем уходит около 3 лет. Если в начале «своей жизни» высота западногренландских айсбергов достигает примерно 60 м, то к югу от Ньюфаундленда — около 30 м<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Зафиксированная максимальная высота плавучего айсберга — 149 м.

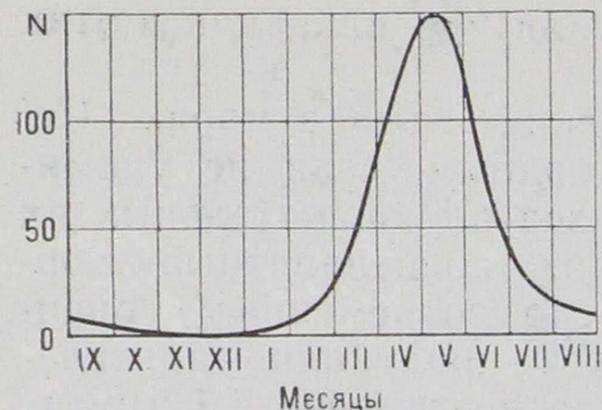


Рис. 6. Сезонные изменения количества айсбергов ( $N$ ) к югу от о-ва Ньюфаундленд

Общая площадь распространения айсбергов в северном полушарии — 7 млн. км<sup>2</sup>, но распределены они по поверхности океана весьма неравномерно. Например, если в Северной Атлантике на широте 56° среднегодовое число айсбергов принять за 100%, то на широте 54° оно составит 95%, на 52° — 74%, на 50° — 46%, на 48° — 23% и на 46° — 4%. В отдельные годы айсберги достигали широты 39°50'. Такая же картина наблюдается и по долготе. Так, если к востоку от о. Ньюфаундленд на долготе 60° среднегодовое число айсбергов принять за 100%, то на долготе 58° оно составит 96%, на 56° — 90%, на 54° — 60%, на 52° — 36%, на 50° — 22%, на 48° — 6% и на 46° — 1%. Число айсбергов в районе Ньюфаундленда (48° с. ш.) от года к году существенно меняется (от 10 — в 1924 г. до 1351 — в 1929 г.), но в среднем оно составляет 400. Наибольшее их число приходится на май, наименьшее — на ноябрь-декабрь (рис. 6). Другими словами, около 80% айсбергов пересекает 48-ю параллель в апреле—июле.

В водах северного полушария с точки зрения возможностей ледового плавания можно выделить пять принципиально различных зон:

центральную часть Северного Ледовитого океана, где льды сохраняются в течение всего года;

моря Северного Ледовитого океана (кроме южной части Баренцева моря), заливы и проливы Канадского арктического архипелага, воды у юго-восточного побережья Гренландии — эти районы очищаются ото льдов,

но не ежегодно или не полностью, льды здесь можно встретить в отдельные годы в летний период;

юго-восточные районы Баренцева моря, Белое море, северные районы Японского, Охотского, Берингова, Каспийского морей, Дейвисов пролив, заливы Гудзонов и Св. Лаврентия — льды здесь образуются каждую зиму, но летом полностью исчезают;

открытые районы Балтийского моря, южную часть Северного моря, отдельные акватории Баренцева моря, северную часть Желтого моря, воды у побережий Среднего и Южного Каспия, Азовское море и северо-западную часть Черного моря — в этих районах лед образуется не ежегодно, порою один раз в 25—30 зим;

воды Северной Атлантики к северу от параллели 40° и к западу от меридиана 45°, где можно встретить айсберги.

В первой зоне (лишь в отдельных ее районах) активное плавание осуществляли только ледоколы. Во второй зоне, за исключением юго-западной части Карского моря, ледовое плавание преимущественно под проводкой ледоколов осуществляется в летний период. В третьей зоне ледовое плавание проходит только в зимний период, причем значительную часть времени без ледокольного обеспечения; в четвертой зоне — лишь в отдельные годы и в большинстве случаев без ледокольного обеспечения. В пятой зоне суда плавают всегда самостоятельно, но при этом от судоводителей требуется соблюдение предельной осторожности, ибо встречи с айсбергами могут кончиться тяжелыми катастрофами.

**Льды южного полушария.** Принципиально иначе распределены льды в океане южного полушария. Здесь нет характерной для северного полушария асимметрии в распространении льда у восточных и западных побережий океанов. Льды южного полушария, опоясывая Антарктиду на всем ее протяжении, внешней кромкой в любое время года ориентированы в основном в широт-

ном направлении (рис. 7). Обусловлено это главным образом наличием у берегов Антарктиды прибрежного антарктического течения западного направления, формирующегося под воздействием восточных ветров. В отдельных районах антарктическое течение прерывается рядом циклональных циркуляций, складывающихся вследствие стационарирования атмосферных депрессий в прибрежных районах Антарктиды — морях Уэдделла,

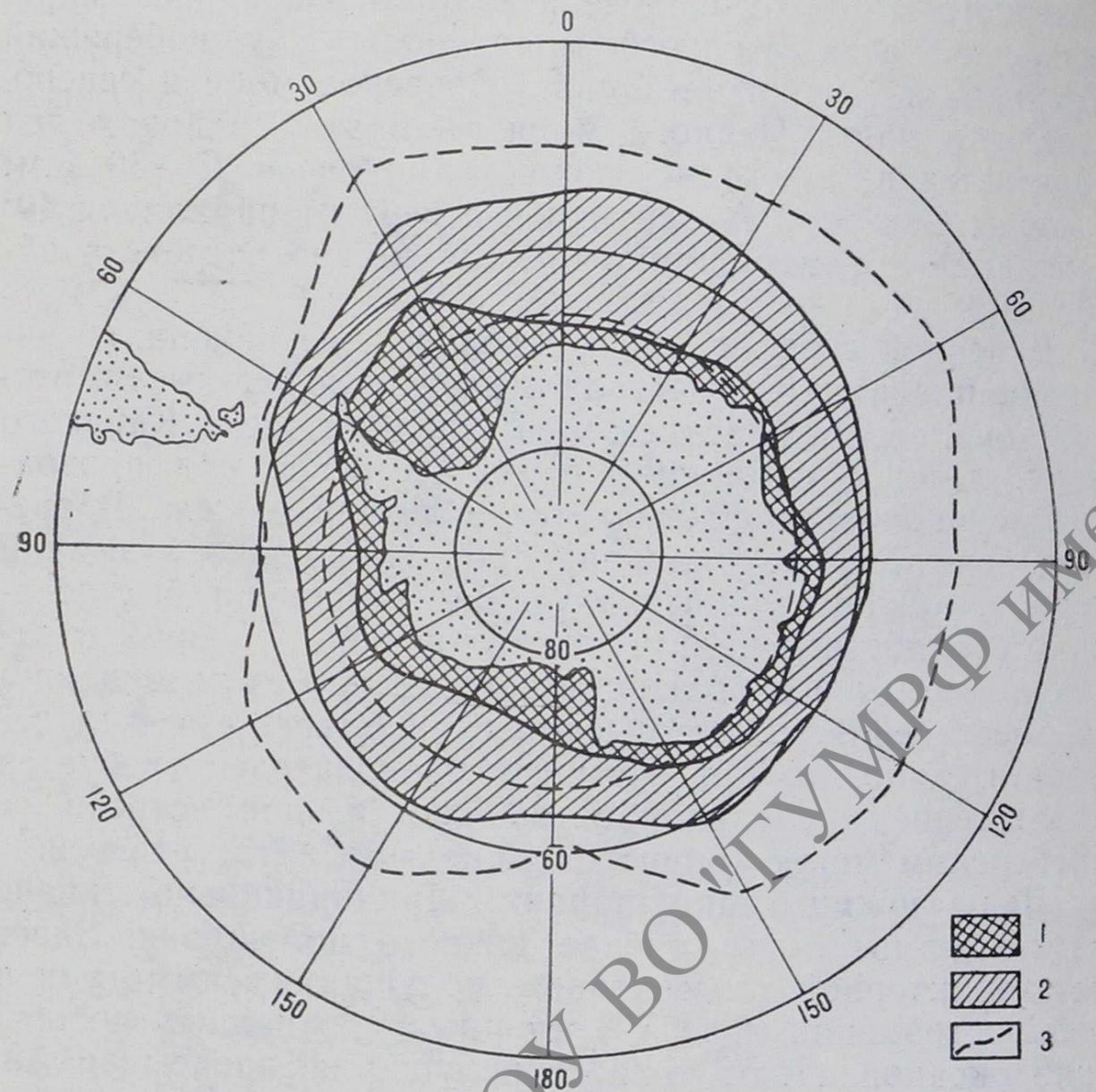


Рис. 7. Распространение морских льдов в южном полушарии: 1 — в марте; 2 — в сентябре; 3 — граница антарктической конвергенции

Лазарева, Рисер-Ларсена, Космонавтов, Содружества, юго-западной части моря Росса, северной части моря Амундсена, северо-восточной части моря Беллинсгаузена, районе о-вов Баллени. Наличие циклональных циркуляций оказывает значительное влияние на формирование ледовых условий в Антарктике: способствует выносу льда, образованию полыней в одних районах и формирует ледяные массивы в других (рис. 8).

В целом для антарктических льдов характерен генеральный выносной дрейф, т. е. дрейф льда от побережья. Дрейфуя в северные, более теплые районы океана льды интенсивно тают. Вот почему в Антарктике встречаются в основном однолетние и молодые льды, лишь редко в отдельных районах, где формируются устойчивые ледяные массивы, можно встретить двухлетние и многолетние льды. Самые крупные массивы расположены в водах Западной Антарктики: Атлантический массив в море Уэдделла и Тихоокеанский массив в морях Беллинсгаузена и Амундсена. В летний сезон в этих районах наблюдается наибольшее количество льда.

Образование молодого льда начинается в Западной Антарктике во второй половине января, в начале марта — в Восточной Антарктике. Нарастание молодого льда происходит весьма интенсивно и ледообразование быстро распространяется на север. Наибольшую площадь в Антарктике льды занимают в сентябре, когда максимальная ширина пояса дрейфующих льдов составляет 1200 миль (море Уэдделла), минимальная — 300 миль (пролив Дрейка). В течение зимы в прибрежной зоне Антарктиды устанавливается припай, преобладающая ширина которого составляет 15—25 миль, изменяясь в пределах от 1 до 50 миль. В октябре-ноябре припай достигает максимальной толщины — 120—200 см. На антарктическом припае образуются трещины, ширина которых колеблется от нескольких сантиметров и до нескольких метров.

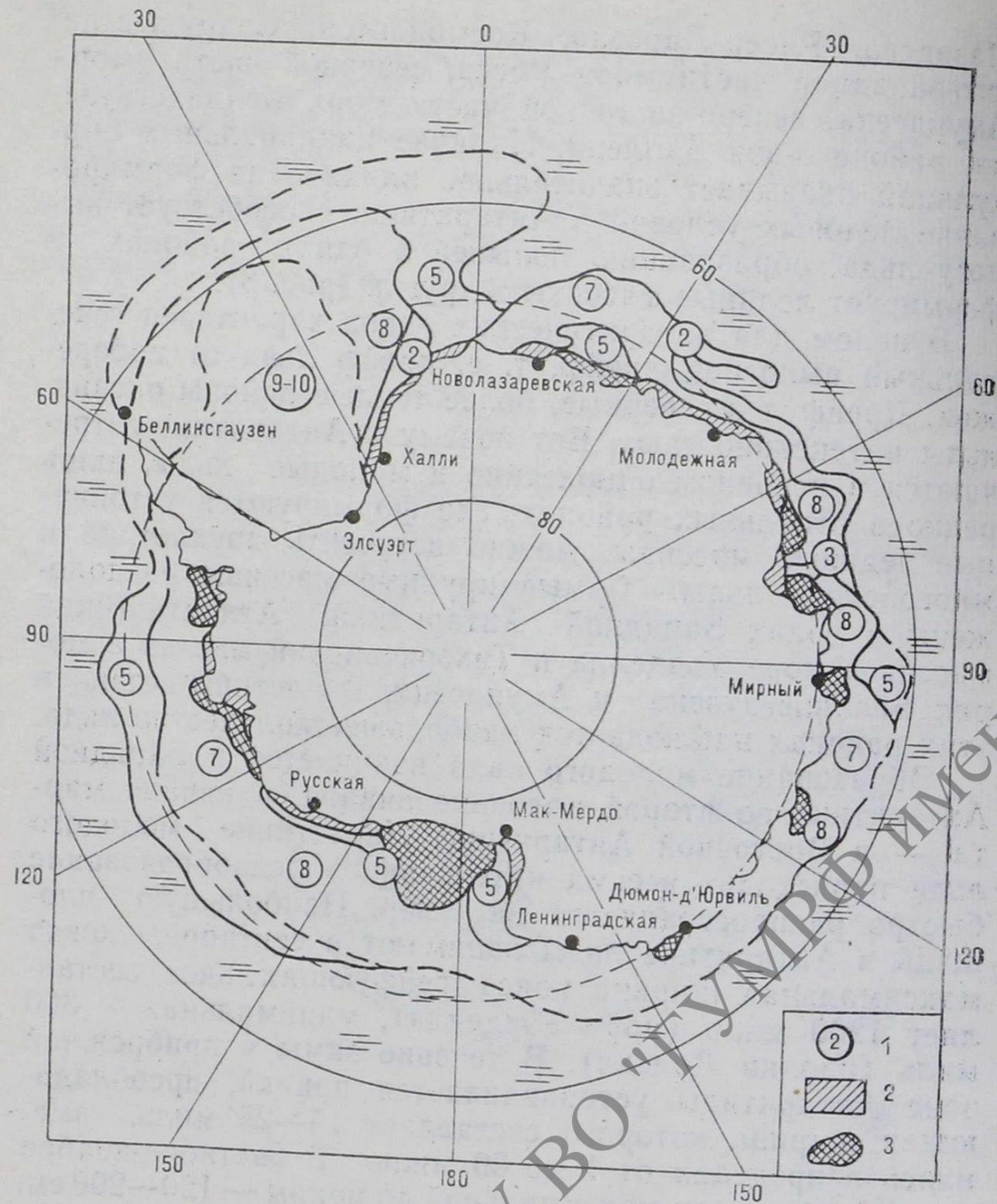


Рис. 8. Характерная ледовая обстановка в антарктических водах в летний период года:

1 — сплоченность льда, баллы; 2 — припай; 3 — полыньи

В антарктических водах преобладают льды, горизонтальная протяженность которых не превышает 100 м, что объясняется воздействием на льды ветровых волн и зыби. Обширные поля, тянущиеся до 10 миль, лишь иногда встречаются в Атлантическом и Тихоокеанском массивах, западной части Балленского массива. Процессы торошения льда в Антарктике выражены слабо, так как здесь преобладает выносной дрейф льда. По этой же причине толщина ровного однолетнего льда к концу зимы в среднем составляет около 140 см.

Безопасность плавания судов в водах Антарктики зависит от распределения айсбергов, которые образуются практически на всем протяжении ледового континента в результате откола краевых участков покровных выводных и шельфовых ледников. По оценкам специалистов, ежегодная «продукция» антарктических ледников составляет  $17,8 \cdot 10^{17}$  г, т. е. примерно в 4 раза больше, чем арктических. Граница максимального распространения айсбергов на север примерно совпадает с фронтом так называемой антарктической конвергенции — полосы схождения и перемешивания антарктических и субтропических водных масс. Граница конвергенции в секторе Индийского океана располагается на широте  $48-53^\circ$ , Тихого океана — на широте  $53-62^\circ$ , Атлантического — на широте  $47-58^\circ$  (см. рис. 7).

С удалением от антарктического побережья сплоченность айсбергов уменьшается, что обусловлено как их разрушением, так и эффектом их рассеивания по мере продвижения на север. Средняя длина айсбергов к югу от параллели  $65^\circ$  — 1090 м, к северу от нее — 430 м. Лишь длина отдельных айсбергов превышает 3000 м. Высота айсбергов — в среднем около 40—50 м. Вероятность встречи с айсбергами высотой 100—150 м сравнительно невелика — около 5 %.

Судоходство в антарктических льдах развито сравнительно слабо, тем не менее эти льды преподносили



немало неприятнейших сюрпризов навигаторам. Только за послевоенные годы в Антарктике были зажаты во льдах и попали в вынужденный дрейф ряд судов и ледоколов. Упомянем лишь некоторые из них. В сезон 1958/59 г. в море Беллинсгаузена английское экспедиционное судно «Джон Биско» около 30 сут было затерто во льдах. В сезон 1961/1962 г. в море Уэдделла при попытке пройти к северо-восточным берегам Антарктического полуострова был зажат льдами и 32 сут находился в вынужденном дрейфе ледокол «Генерал Сан-Мартин». В 1973 г. в Балленском массиве дизель-электростроход «Обь» в течение трех месяцев дрейфовал во льдах по воле ветра и течений. Наиболее же продолжительный вынужденный дрейф произошел в 1890 г., когда бельгийское судно «Белжика» находилось в ледовом плену в течение года. Об этих и других случаях полезно помнить каждому судоводителю, направляющему судно в антарктические воды.

#### ОСНОВЫ НАВИГАЦИОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕДОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Решение о движении судна во льдах принимается на основе карт ледовой обстановки — фактической и ожидаемой (прогностической), данных метеопрогноза. Практика ледового плавания показывает, что судоводители достаточно хорошо оперируют понятиями из области метеопрогноза, но нередко плохо знают символические обозначения характеристик льда на картах ледовой обстановки, которые еще называют ледовыми картами. Рассмотрим поэтому особенности использования судоводителем ледовой информации во время плавания во льдах. По нашему мнению, каждый судоводитель должен хорошо разбираться в тонкостях ледовой карты, уметь самостоятельно выбирать наиболее проходимый путь во льдах и лично отвечать за этот выбор.

**Система ледовых наблюдений.** Прежде всего, судоводителям полезно знать об общей системе организации сбора ледовой информации как в нашей стране, так и за рубежом. В каждом государстве существуют особенности сбора и передачи ледовой информации, но общим подходом является стремление в максимальной степени использовать всю совокупность сведений о распределении льда в море. Эту информацию получают с помощью: самолетов и вертолетов ледовой разведки, искусственных спутников Земли, попутных судовых наблюдений, береговых пунктов наблюдений.

Наиболее эффективное средство — самолетные ледовые разведки, которые позволяют в короткий срок получить представление о состоянии ледяного покрова на больших пространствах замерзающих морей и при необходимости оказать помощь в непосредственной проводке судов через ледовые зоны. Вертолетные ледовые разведки, выполняемые с береговых баз и линейных ледоколов, дают возможность картировать ледовую обстановку с высокой степенью детализации, но имеют относительно небольшой радиус полета.

Искусственные спутники Земли обеспечивают мгновенный охват больших акваторий океана, но их наблюдения еще отличаются определенными недостатками. Сбор ледовой информации в телевизионном режиме зависит от условий видимости (наличия облачности, тумана) и освещенности. Спутники, оборудованные инфракрасными и микроволновыми датчиками, радиолокационными станциями бокового обзора, не позволяют пока определить всю совокупность характеристик ледяного покрова, что объясняется недостаточной разрешающей способностью существующих методов. Вследствие этого спутниковые наблюдения имеют в основном вспомогательное значение, хотя в ряде замерзающих акваторий, где не проводятся авиационные наблюдения

(например, в Антарктике), спутниковые ледовые наблюдения приобретают решающее значение.

Важное, хотя и вспомогательное, значение имеют судовые и береговые ледовые наблюдения. Береговые пункты дают ледовую информацию с ограниченной акватории моря, но благодаря большой частоте наблюдений (несколько раз в сутки) позволяют проследить за развитием ледовых процессов в прибрежной зоне: сроки начала ледообразования и становления припая, темпы нарастания льда, сроки начала таяния льда и его интенсивность и др. Ледовая сводка с судна, идущего во льдах со скоростью, скажем, 5—10 уз, за сутки позволяет получить информацию в узкой полосе протяженностью 120—240 миль. А это уже немало, учитывая, что судов много, а самолеты ледовой разведки летают не каждый день, поэтому судовые наблюдения являются важным вкладом в общую систему сбора ледовой информации.

В Советском Союзе сбор и передачу ледовых данных осуществляют морские территориальные управления Госкомгидромета. Эти управления в соответствии с существующим порядком организуют ледовые наблюдения на севере — от Белого моря до Чукотского моря, на дальневосточных морях — Беринговом, Охотском, Японском, а также на юге и западе нашей страны — Черном, Азовском, Каспийском, Аральском и Балтийском морях. Во всех перечисленных районах ведется регулярная авиационная ледовая разведка, данные которой дополняются спутниковыми, судовыми и береговыми наблюдениями. Обобщенная ледовая информация подразделениями Госкомгидромета по мере ее поступления оперативно направляется в адрес ледоколов, судов и заинтересованных организаций. Все подразделения Госкомгидромета в отношении ледовых наблюдений замыкаются на Арктический и Антарктический институт — головной методический центр нашей стра-

ны по изучению морских льдов, в том числе и в Антарктике.

Многие суда отечественного флота плавают в замерзающих водах, прилегающих к различным зарубежным государствам, поэтому необходимо иметь хотя бы общее представление об основных зарубежных ледовых службах (табл. 5). В большинстве стран, где замерзают прилегающие морские воды, ведется сбор ледовой информации с использованием всех средств наблюдений (самолетов, спутников, судов и береговых станций). К таким странам относятся Дания, Исландия, Канада, США, ФРГ, Швеция, Япония. В некоторых странах — ГДР, Норвегии, Польше, Финляндии — самолеты для ледовой разведки используются эпизодически, как правило, при формировании сложных ледовых условий. Нидерланды и Великобритания не проводят авиационную ледовую разведку. В южном полушарии сбор ледовой информации по антарктическим водам осуществляют Аргентина, Австрия и Новая Зеландия, используя спутниковые данные и отчасти сведения, поступающие с судов и береговых станций. Сбор информации о льдах практикуется и в региональном масштабе, который считается более эффективным. Так, США и Канада координируют свои усилия при обслуживании зимней навигации на Великих озерах. Между Норвегией, Швецией, Финляндией, ПНР, ГДР, Данией, ФРГ, Нидерландами и СССР существует постоянный обмен ледовой информацией. Отдельные страны бассейна Балтийского моря в особых случаях используют на паях ледоколы.

В нашей стране ледовые авиационные разведки в зависимости от их основного назначения принято подразделять на обзорные и оперативно-тактические. Обзорные ледовые разведки проводятся подразделениями Госкомгидромета и Министерством гражданской авиации (МГА) в течение всего ледового сезона в установленные сроки и по стандартным маршрутам с целью

Таблица 5. Краткие сведения об основных зарубежных ледовых службах

Страна	Обеспечивающие ведомства	Наблюдаемые районы	Регулярность передачи ледовых карт	Масштаб ледовой карты
Дания	Правительственная ледокольная служба	Балтийское и Северное моря	Несколько раз в неделю	1: 1 000 000
Дания (Гренландия)	Датский метеорологический институт	Воды близ Гренландии	То же	
Великобритания	Метеорологическое ведомство	Районы, примыкающие к Северной Атлантике	Ежедневно	1: 10 000 000
Исландия	Исландское метеорологическое управление	Акватория в пределах 65—69° с. ш. и 11—28° з. д.	Неизвестно	1: 2 500 000
Канада	Управление по изучению окружающей среды, Канадская береговая охрана	Зимой — Великие озера, залив Св. Лаврентия; летом — Гудзонов залив, арктические воды между Гренландией и Аляской	От ежедневных до нескольких раз в неделю	1: 1 000 000
США	Национальное управление по изучению океана и атмосферы, Береговая охрана и ВМФ	Северная Атлантика (Айсберговая служба); Аляскинские воды между 90° з. д. и 105° в. д.; Антарктика.	Два раза в день Один раз в неделю То же	1: 7 500 000 1: 10 000 000 1: 16 000 000
Финляндия	Управление по судоходству	Балтийское море	Ежедневно в холодный период года	1: 4 000 000
ФРГ	Гидрографический институт	Германская бухта и Балтийское море к западу от Борнхольма	Два-три раза в неделю	1: 3 000 000
Швеция	Шведский метеорологический и гидрологический институт	Открытая часть Балтики, Ботнический, Финский и Рижский заливы, проливы Каттегат и Скагеррак	Два раза в день	1: 2 000 000; 1: 4 000 000
Япония	Японское метеорологическое управление	Японское море, воды вокруг о. Хоккайдо, Охотское море, Курильские острова и Камчатка	Два раза в неделю	1: 7 500 000

оценки общего состояния ледяного покрова на замерзающих акваториях. Оперативно-тактические ледовые разведки проводятся подразделениями Госкомгидромета и МГА по заявкам Минморфлота, Минречфлота и других заинтересованных ведомств с целью определения распределения льда и поиска наивыгоднейшего пути для судов. При этом выполняются: *площадная съемка льдов* с целью детального осмотра участка трассы, где осуществляется плавание судов; *патрулирование* с целью выявления изменений ледовой обстановки на каком-либо участке моря и передачи информации в ходе разведки (по микрофону, факсимиле или вымпелом<sup>1</sup>); *барражирование*, т. е. проводка судна по наиболее благоприятному маршруту в сложных ледовых условиях методом сопровождения (эволюцией самолета) или методом наведения (курсов, расстояний и характерных льдин).

Основной вид ледовой авиационной разведки — визуальная оценка состояния льда, которая поручается опытным гидрологам-наблюдателям, в совершенстве знающим ледовую терминологию, ледовый режим района разведки и методы визуального определения параметров льда. Судоводителям при использовании визуальной информации о льдах следует помнить, что надежность оценки параметров ледяного покрова зависит, кроме опыта наблюдателя, от горизонтальной видимости, условий освещения и высоты полета. Поэтому, получив ледовую карту, судоводитель должен обратить внимание на условия выполнения ледовой разведки и на то, что под самолетом при хорошей видимости без существенных ошибок оцениваются: сплоченность и формы льда на расстоянии в среднем не более 10—15 высот полета; возраст, торосистость, разрушенность, за-

<sup>1</sup> Непосредственный сброс с самолета на судно копии ледовой карты («кальки») с рекомендацией пути.

снеженность и сжатие льда в пределах полосы шириной до 4—5 высот полета; большие пространства чистой воды или льда до границы оптической видимости.

В большинстве случаев обзорные ледовые разведки выполняются на высотах 300—600 м, оперативно-тактические — 100—300 м. Кроме того, при оценке данных визуальной ледовой разведки рекомендуется не забывать, что их полнота и достоверность зависят от рациональных приемов построения маршрутов самолета: чем меньше число разворотов в открытом море («подвешенных точек»), тем точнее географическая привязка распределения льда (традиционно применяемые системы построения галсов показаны на рис. 9); чем острее угол пересечения галса самолета с границей льда, тем ниже точность их картирования.

Наличие ряда недостатков у визуальных методов ледовой авиаразведки послужили причиной того, что в последние годы все шире используются различные инструментальные средства дистанционного зондирования морских льдов, среди них — радиолокационные станции бокового обзора, радиолокационные измерители толщины морского льда, инфракрасные радиометры, лазерные профилометры. Возможности каждого из них ограничены в отношении определения всего комплекса характеристик ледяного покрова.

Радиолокационные станции бокового обзора (РЛС БО) осуществляют обзор ледовой обстановки по обоим бортам самолета в полосе, ширина которой ограничена дальностью действия радиолокационной станции (до 65—70 км). Непосредственное слежение за изображением льдов на экране электронно-лучевой трубки (индикаторе) ведут наблюдатели на борту самолета. Одновременно изображение льда проецируется на фотопленку. Оперативная передача ледовой информации и составление ледовой карты совершаются на основании результатов наблюдений по двум индикаторам. В по-

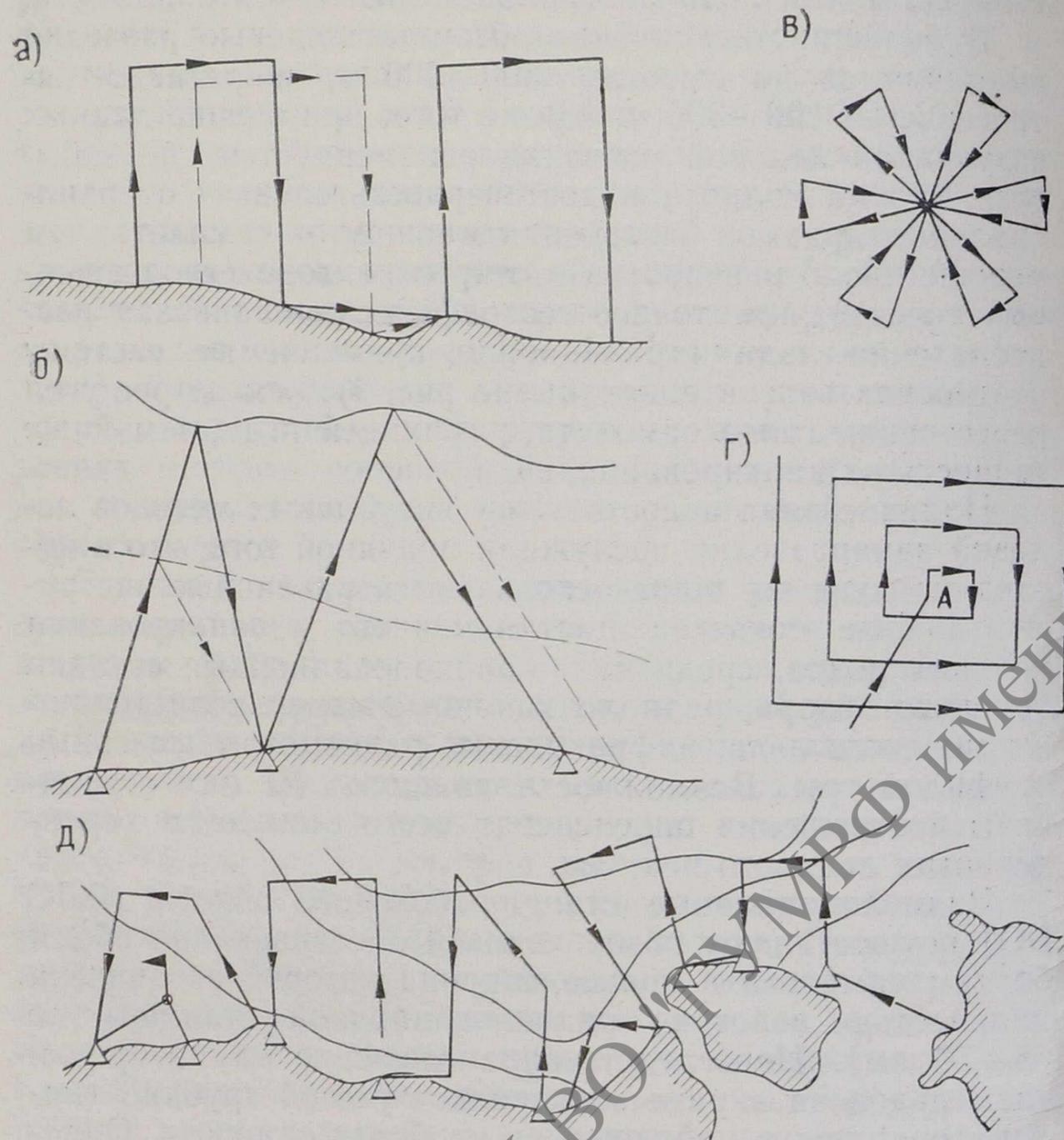


Рис. 9. Схема построения галсов ледовой авиаразведки:  
 а — П-образная; б — косоугольная; в — веерообразная; г — в виде расходящейся коробочки; д — комбинированная

следующем ледовая карта может уточняться по данным фотопленки.

При использовании ледовых карт, составленных посредством самолетных РЛС БО, судоводителям необходимо учитывать следующее: сплоченность льда определяется с точностью  $\pm 1$  балл; возрастной состав льда только по основным градациям (ниласовые—молодые—однолетние — старые) устанавливается с точностью  $\pm 1-2$  балла; положение границ льда определено с точностью  $\pm 2-5$  км; торосистость льда оценивается только приблизительно; разрушенность, заснеженность и сжатие льда выявить не удастся (из-за ограничений по разрешающей способности РЛС БО).

В связи с этим ледовые карты, составленные только по данным РЛС БО, не несут полноценной навигационной информации, особенно при плавании в сплоченных льдах, когда первостепенное значение приобретают такие характеристики, как разрушенность, торосистость и сжатия льда.

Наибольшие затруднения у наблюдателей самолетов ледовой разведки вызывает оценка возраста льда в осенне-зимний период. При визуальных наблюдениях выполнение этой задачи осложняется после выпадения снега, а в высоких широтах — условиями полярной ночи и рассеянного освещения. Отраженные сигналы РЛС БО в основном зависят от шероховатости поверхности и затрудняют определение толщины льда, особенно в диапазоне 30—200 см. Вот почему большое значение придавалось созданию прибора, позволяющего с борта самолета определять толщину льда.

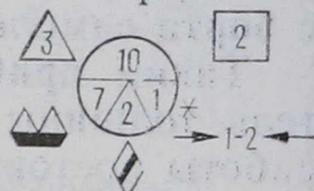
Таким прибором стал радиолокационный измеритель толщины морского льда (РИТЛ). Принцип его работы состоит в измерении временного интервала между отдельно наблюдаемыми радиолокационными сигналами, отраженными от верхней и нижней границ льда. Устойчивое раздвоение импульсов на «верхний»

и «нижний» сигналы наблюдается для льда толщиной 40—50 см. Этим устанавливается нижний предел измерения толщины морского зимнего льда, не подвергнутого еще процессам таяния. Другими словами, этот прибор пригоден только для осенне-зимнего периода.

Аппаратура РЛС БО и РИТЛ уже внедрена в практику ледовых наблюдений и в определенных условиях с успехом дополняет визуальные наблюдения. Отдельные приборы для дистанционного измерения характеристик льда используются в опытном порядке или проходят полевые испытания. Для одних характеристик льда (например, сжатие льда) выявлена лишь принципиальная возможность их инструментальной дистанционной оценки, для других (например, разрушенности льда) поиск подходов к их определению продолжается. По-видимому, в перспективе будет создан целый ряд приборов дистанционного измерения основных характеристик льда, использование которых в комплексе позволит получить более надежную оценку ледяного покрова как среды мореплавания.

**Система символов морского льда.** В нашей стране более 40 лет на ледовых картах применялась система условных обозначений, основу которой составляла округлость с указанием сплоченности льда (общая и для основных возрастных градаций льда) для каждой зоны. Остальные характеристики льда — в виде треугольника (торосистость), прямоугольника (разрушенность), ромба (обломки полей) и т. д. — располагались рядом с кружком. Допустим, судоводитель видел на карте сле-

дующую совокупность обозначений:



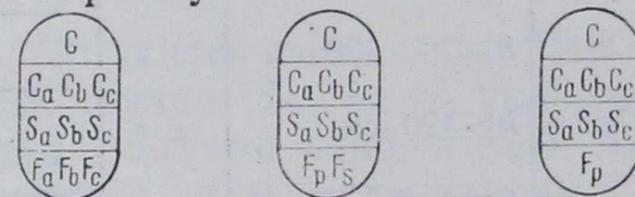
Это означало, что в конкретной зоне наблюдается лед общей сплоченностью 10 баллов, из которых 7 баллов составляют поля двухлетнего льда, 2 балла — обломки

полей однолетнего толстого льда, 1 балл — лед; средняя торосистость льда в зоне — 3 балла, разрушенность льда — 2 балла, сжатие льда — 1—2 балла. Именно такую систему условных обозначений с успехом применяло не одно поколение советских моряков, можно сказать, что она выдержала проверку временем.

Естественно, что, когда во Всемирной метеорологической организации (ВМО) встал вопрос о разработке международной символики для морских ледовых карт, советские океанологи предложили принять в качестве ее основы отечественную систему условных обозначений характеристик льда. Первоначально, в конце 60-х годов, V сессия по морской метеорологии в принципе одобрила эту систему условных обозначений для ледовых карт, но затем, в конце 70-х годов, после ряда обсуждений ВМО рекомендовала начиная с ледового сезона 1981—1982 гг. использовать международную ледовую символику, отличающуюся от отечественной. Международная символика была согласована со всеми заинтересованными странами, в том числе и СССР, и подлежит внедрению в практику судоходства во льдах.

В чем сущность международной системы символов морского льда? В этой системе главным условным знаком принят овал, в котором указываются основные ха-

рактеристики льда:



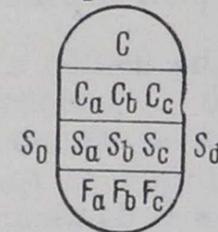
где  $C$  — общая сплоченность льдов по десятибалльной системе (см. табл. 6);  $C_a, C_b, C_c$  — сплоченность льда самого толстого в ледовой зоне ( $C_a$ ), менее толстого ( $C_b$ ) и третьего по толщине ( $C_c$ );  $S_a, S_b, S_c$  — возраст льда по цифровой символике (см. табл. 6), сплоченность которого равна соответственно  $C_a, C_b, C_c$ ;  $F_a, F_b, F_c$  — преобладающие формы льда по цифровой символике (см. табл. 6), возраст которого равен соответственно  $S_a, S_b, S_c$ ;  $F_p, F_s$  — наиболее преобладающий и вторичный по преобладанию размер льдин (табл. 6) независимо от принадлежности к возрастным видам льда  $S_a, S_b, S_c$ .

Таблица 6. Цифровые и графические символы для характеристик льда, отображаемых в овальной фигуре (сплоченность, возраст и форма льда)

Сплоченность льда, С		Возраст льда, S			Форма льда, F	
Балл	Цифровой символ	Стадия развития	Цифровой символ	Графический символ	Размеры льдины	Цифровой символ
Менее 1	0	Льда нет	0		Блинчатый	0
1	1	Начальные виды	1	*	$d < 2$ м	1
2	2	$h < 10$ см	2	⊗	$d < 20$ м	2
3	3	$h = 10 \div 30$ см	3	▬▬▬	$d = 20 \div 100$ м	3
4	4	$h = 10 \div 15$ см	4	▬▬	$d = 100 \div 500$ м	4
5	5	$h = 15 \div 30$ см	5	▬▬▬	$d = 0,5 \div 2$ км	5
6	6	$h = 30 \div 200$ см	6	⊗	$d = 2 \div 10$ км	6
7	7	$h = 30 \div 70$ см	7	▬▬	$d > 10$ км	7
8	8	$h = 30 \div 50$ см	8	⊗	Припай	8
9	9	$h = 50 \div 70$ см	9	⊗	Айсберги	9
9-10	9+	$h = 70 \div 120$ см	10	⊗	Неизвестны	X
10	10	$h > 120$ см	4	▬▬▬		
		Старый	7	▬▬▬		
		Двухлетний	8	▬▬▬		
		Многолетний	9	▬▬▬		
		Материковый	X	▲		
		Неизвестна	X	X		

Такова в общем виде схема обозначений в овальной фигуре. Как видим, она весьма проста, удобна и конкретна. Как говорится, все разложено по полочкам, нужно только знать цифровую символику, а также некоторые дополнительные правила применения обозначений в овале. Прежде всего, они касаются обозначений форм льда. Если в нижней части овала отмечено  $F_a, F_b, F_c$ , то это значит, что указаны преобладающие формы льда, соответствующие возрастным градациям  $S_a, S_b, S_c$ ;  $F_a, F_b, X$ , или  $F_a, X, F_c$ , или  $X, F_b, F_c$  — формы возрастного вида льда над «X» не определены;  $F_p, F_s$  — указаны наиболее преобладающая и вторичная по преобладанию формы льда независимо от принадлежности к возрастным градациям;  $F_p$  — указана одна преобладающая форма льда независимо от ее принадлежности к возрастным градациям. Другими словами, если в нижней части овала приведены две или одна цифра, следует помнить, что они не связаны с возрастными видами льда.

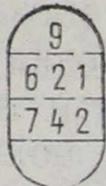
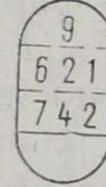
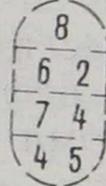
На ледовой карте можно увидеть следующее обозначение овала:



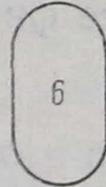
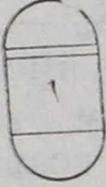
т. е. в части овала, где фиксируется возраст льда, приводится пять цифр. Что это означает? Как и в общем случае,  $S_a, S_b, S_c$  указывают на три главные возрастные градации льда, а  $S_0$  и  $S_d$  — на дополнительные возрастные виды, если таковые имеются, причем  $S_0$  — возраст льда более толстого, чем  $S_a$ , но имеющего сплоченность менее 1 балла;  $S_d$  — возраст льда, более тонкого, чем  $S_c$ . Как видим, сплоченность льда, соответствующая возрасту  $S_0$  и  $S_d$ , не указывается.

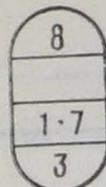
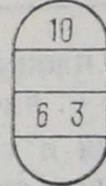
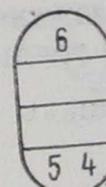
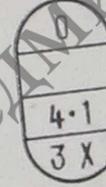
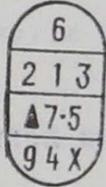
Кроме того, следует помнить одно общее правило: если весь овальный символ или разделительные линии

(одна, две или все три) изображены пунктирными линиями, то данные о льдах получены путем расчета, а не в результате наблюдения. Например:

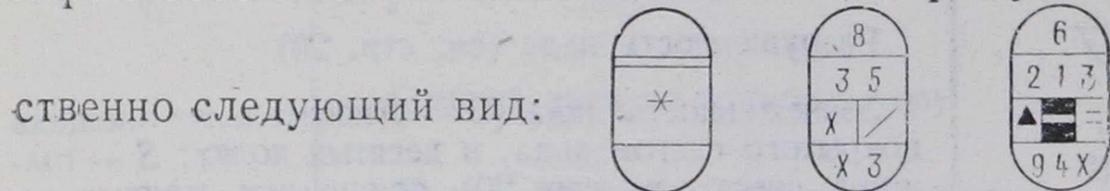
- 1)  — возраст льда указан по расчетным данным;
- 2)  — частная сплоченность и возраст льда указаны по расчетным данным;
- 3)  — все данные имеют расчетный характер.

Рассмотрим несколько примеров применения овального символа:

- 1)  — общая сплоченность льда 6 баллов;
- 2)  — наблюдаются начальные виды льда (сплоченность и формы не определены);
- 3)  — лед общей сплоченностью 8 баллов, из них 3 балла однолетнего льда средней толщины и 5 баллов крупнобитого тонкого однолетнего льда;

- 4)  — крупнобитый однолетний средний и тонкий лед общей сплоченностью 8 баллов (частная сплоченность возрастных видов не определена);
- 5)  — однолетний и молодой лед общей сплоченностью 10 баллов (частная сплоченность и формы не определены);
- 6)  — большие поля и обломки полей общей сплоченностью 6 баллов (частная сплоченность и возраст льда не определены);
- 7)  — крупнобитый толстый однолетний лед с вкраплением начальных видов льда общей сплоченностью менее 1 балла;
- 8)  — лед общей сплоченностью 6 баллов, из них 2 балла айсберги, 1 балл — обломки полей старого льда, 3 балла — серо-белые льды (формы серо-белого льда не определены).

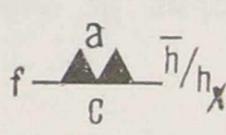
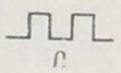
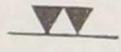
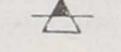
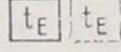
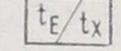
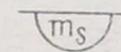
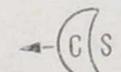
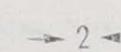
Следует иметь в виду, что на линии  $S_a$ ,  $S_b$ ,  $S_c$  вместо цифровых символов могут использоваться графические символы. Тогда во втором, третьем и восьмом примерах обозначения овального символа примут соответственно следующий вид:



По-видимому, в практику ледового плавания целесообразно внедрять главным образом графические символы как более легкие для запоминания.



Таблица 7. Условные обозначения для различных характеристик льда, применяемые на ледовых картах

Обозначение	Характеристика льда
	Торосистость льда ( $C$ — относительная площадь торосов в десятых; $f$ — частота торосов, т. е. число гряд на морскую милю; $\bar{h}$ и $h_x$ — средняя и максимальная высота торосов в дм; $a$ — степень сглаженности (возраст) гряд торосов: 1 — свежие гряды, 2 — сглаженные гряды, 3 — сильно сглаженные гряды, 4 — старые гряды, 5 — монолитные гряды)
	Наслоение льда ( $C$ — относительная площадь наслоений в десятых долях)
	Набивной лед
	Пояс торосов
	Барьер торосов
	Стамуха (торосистое, сидящее на мели ледяное образование)
	Несяк (нагромождение морского льда на плаву)
	Измеренная, расчетная толщина льда, см
	Средняя и максимальная толщина льда, см
	Разрушенность льда (см. стр. 20)
	Заснеженность льда ( $C$ — относительная площадь покрытого снегом льда, в десятых долях; $S$ — толщина снега, см, стр. 20), ориентация символа показывает направление застрогов
	Сжатие льда (цифра указывает степень сжатия, см. табл. 1)

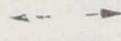
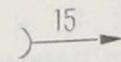
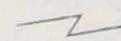
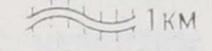
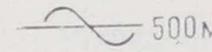
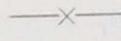
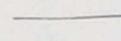
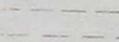
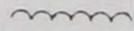
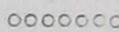
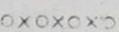
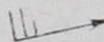
Обозначение	Характеристика льда
	Разрежение льда (лед на расплыве)
	Скорость и направление дрейфа льда (скорость указывается в десятых узла, т. е. 15=1,5 уз)
	Трещина
	Трещина, положение которой точно определено
	Канал (рядом с символом может указываться ширина канала, м, км)
	
	Замерзший канал
	Разводье с преобладающей шириной, м
	Айсберги ( $n$ — их число по табл. 10, уу — день и месяц наблюдений)
	Граница льда по радиолокатору
	То же, по визуальным наблюдениям
	» предполагаемая

Таблица 8. Дополнительные условные обозначения, применяемые на ледовых картах

Обозначение	Его значение
	Путь, рекомендованный судам для движения во льдах
	Местонахождение судна (ледокола) и направление его движения
	Место, рекомендованное судну
	Судно, зажатое льдами
	Канал во льдах, проложенный ледоколом или судном
	Граница облачности
	Пределы визуальных наблюдений
	» радиолокационных наблюдений
	Скорость и направление ветра

На любой ледовой карте рядом с главным символом — овальной фигурой, отражающей основные навигационные характеристики льда, отмечаются параметры, дополняющие общую картину распределения льда в конкретной зоне: торосистость (наслоение), разрушенность, заснеженность и сжатие льда. Их условные обозначения приведены на стр. 18—22. Другие характеристики льда — трещины, каналы, характерные разводья, пояса и барьеры торосов, стамухи, льды материкового происхождения (если их немного) — отмечаются вдоль маршрута самолета ледовой разведки. Их обозначения приведены в табл. 7. Кроме того, на отечественных ледовых картах принято отражать сведения, связанные с движением судов во льдах (табл. 8).

Наш рассказ об условных обозначениях льда будет неполным, если не привести символику, характеризующую льды материкового происхождения в море. Классификация айсбергов по размерам, установленная международной службой ледового патруля, а также соответствующие ей символы обозначений приведены в табл. 9. В акваториях, где количество льдов материкового происхождения значительно, на картах ставится символ  $\Delta_{yy}^n$ , где  $n$  — число айсбергов по коду ВМО 2877 (табл. 10), а  $yy$  — день и месяц наблюдений.

Для наглядности различные зоны на ледовых картах принято штриховать или раскрашивать. В летний период выделение различных ледовых зон, их штриховка (или раскраска) делается в зависимости от общей сплоченности льда, в зимний период — в зависимости от возрастного распределения льда (табл. 11). При наличии в зоне льдов различного возраста ее штриховка (раскраска) выполняется по преобладающим льдам. В зарубежных странах практикуется черно-белый вариант оформления ледовых карт. В нашей стране, осо-

бенно при ледовой разведке в арктических морях, широкое распространение получило оформление ледовых карт в условных цветах. Ледовые карты передаются по фототелеграфу в черно-белом варианте. Для иллюстрации применения системы условных обозначений на

Таблица 9. Классификация и обозначения айсбергов по размерам

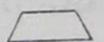
Словесная характеристика айсберга (А)	Размеры айсберга, м		Условное обозначение	
	Высота	Длина	Символ	
			п △ уу	Если число айсбергов неизвестно
Обломок А	До 5	Менее 15		
А малых размеров	6—15	16—60	△	
А средних размеров	16—45	61—122	△	△
А больших размеров	46—75	123—213	△	△
А очень больших размеров	Более 75	Более 213	△	△
А неопределенных размеров	—	—	△	△

Таблица 10. Количество айсбергов и их обломков (n) в соответствии с кодом ВМО 2877

Число айсбергов	Символ	Число айсбергов	Символ
Нет	0	1—9	20
1	01	10—19	21
2	02	20—29	22
3	03	30—39	23
4	04	40—49	24
и т. д.	и т. д.	50—99	25
.....	.....	100—199	26
.....	.....	200—499	27
18	18	500 и более	28
19	19	Подсчитать невозможно	99

рис. 10 приводится ледовая карта, на которой штриховка зон сделана в зависимости от общей сплоченности льда. Кроме того, видно, что в зонах сплошного льда выделены зоны с преобладанием льдов различного возраста. Можно, конечно, привести и другие примеры применения ледовой символики с иллюстрацией каких-то особенностей ледовой обстановки, но мы лишь ограничимся общим замечанием: каждый судоводитель, владеющий ледовой номенклатурой и соответствующей ей символикой, сможет всегда компетентно разобраться во всех тонкостях распределения льда на любой акватории.

Важно, чтобы судоводитель, получивший ледовую карту, мог ее правильно использовать. Масштабы ледовых карт, как правило, не совпадают с масштабами путевых карт, поэтому целесообразно нанести основные изолинии характеристик льда и рекомендованный маршрут на путевую карту. Если при этом обнаружится, что судно, следуя по ледовой рекомендации, может выйти на отмель или какое-то другое навигационное препят-

Таблица 11. Условные обозначения штриховки или раскраски различных зон сплоченности льда (летом) и возраста льда (зимой)

Сплоченность льда	Лето		Зима		
	Обозначение зоны <sup>1</sup>		Возраст льда, толщина	Обозначение зоны <sup>2</sup>	
	Черно-белый вариант	Цветной вариант		Черно-белый вариант <sup>2</sup>	Цветной вариант
Чистая вода		Голубой	Начальные виды льда		Голубой со значком *
Менее 1 балла		Светло-зеленый	$h \leq 10$ см		Голубой со значком ⊛
1—3 балла		Зеленый	$h = 10 \div 30$ см		Чередование розового и сиреневого
4—6 баллов		Темно-зеленый	$h = 10 \div 15$ см		Розовый
7—8 баллов		Оранжевый	$h = 15 \div 30$ см		Сиреневый
9—10 баллов		Коричневый	$h = 30 \div 200$ см		Зеленый с вкраплениями сиреневого и темно-зеленого
10 баллов		Темно-коричневый	$h = 30 \div 70$ см		Светло-зеленый
Начальные виды льда		Голубой со значком *	$h = 30 \div 50$ см		Светло-зеленый с вкраплениями сиреневого
			$h = 50 \div 70$ см		Светло-зеленый с вкраплениями зеленого
			$h = 70 \div 120$ см		Зеленый
			$h > 120$ см		Темно-зеленый
			Старые льды		Коричневый
			Двухлетние льды		Оранжевый
			Многолетние льды		Темно-коричневый

<sup>1</sup> Принай штрихуется линиями под углом 45° к кромке карты в соответствии с символами возраста льда.

<sup>2</sup> Штриховка дрейфующих льдов выполняется горизонтальными линиями, которые дополняются элементами символов возраста льда.

<sup>3</sup> Зоны приная штрихуются так же, как и летом.

ствие, необходимо обратиться к лицу, подписавшему рекомендацию, и добиться, если это необходимо, уточнения рекомендованного пути. Общее правило здесь одно: каждый судоводитель обязан критически и требовательно относиться к качеству ледовых авиаразведок, тем более, что ошибки нередко появляются и в результате неточных радиопередач.

Судоводитель должен быть предельно внимательным при использовании прогностических карт распределения льда. Как правило, заблаговременность таких ледовых прогнозов составляет 1—3 сут, а их точность в значительной степени зависит от погрешности метеоро-

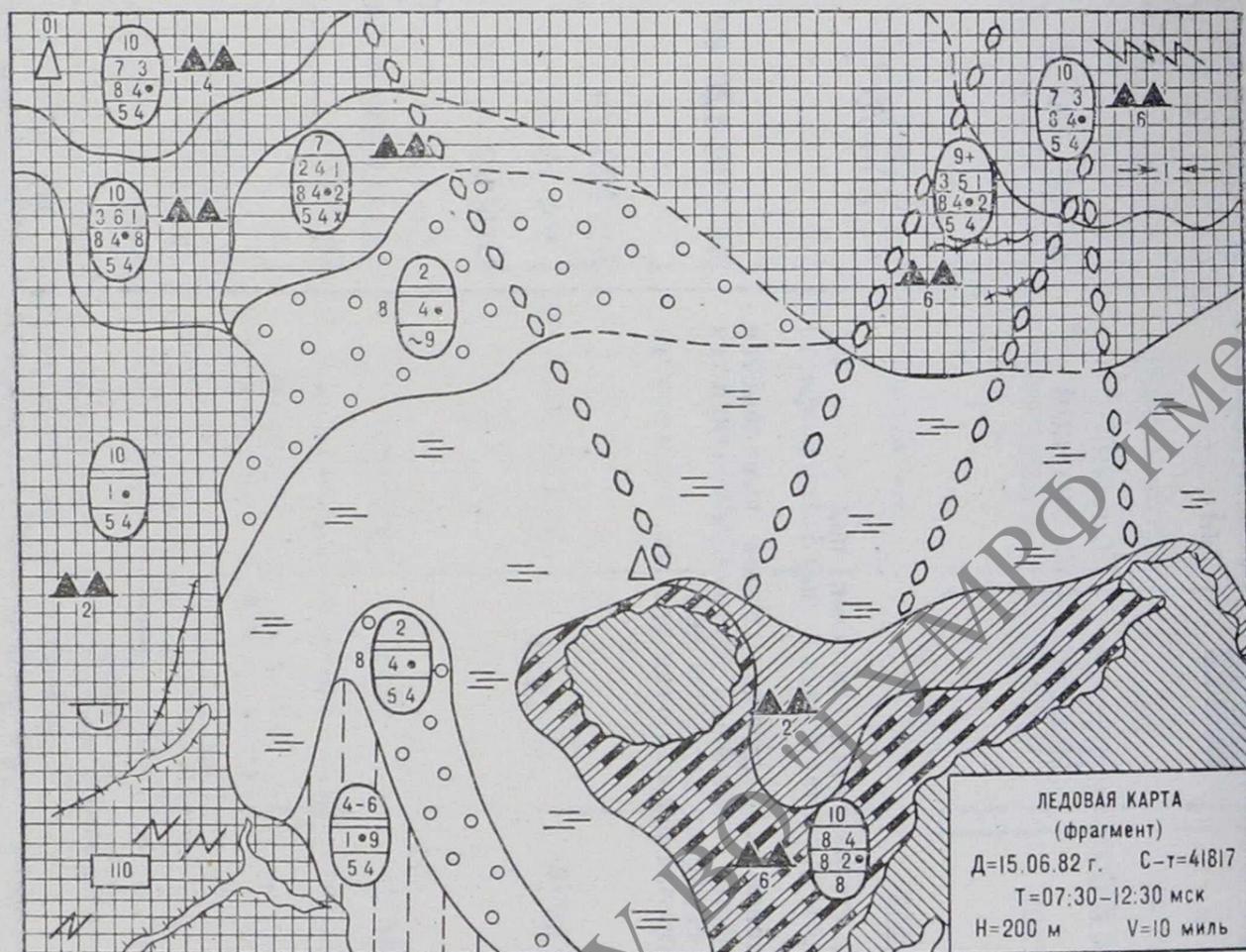


Рис. 10. Фрагмент ледовой карты в черно-белом варианте с использованием международной символики льда

логических прогнозов соответствующей заблаговременности. Как известно, погрешность метеопрогнозов с увеличением их заблаговременности существенно возрастает. Более того, на перераспределение льда в ряде акваторий, кроме ветра, влияет в определенной мере динамика морских течений. Оперативная информация о них у составителей ледового прогноза в подавляющем большинстве случаев отсутствует, что также отражается на точности прогноза распределения льда.

Эти обстоятельства всегда следует иметь в виду и по возможности взвешивать вероятные последствия для судна неоправдавшегося прогноза. Особенно это важно в ситуациях, когда судно должно направляться в район, где граница сплоченных льдов буквально «зависает» над трассой. Принимая решение о движении судна, судоводителю целесообразно помнить, что распределение льда, отраженное на прогностической карте, можно ожидать с вероятностью в среднем от 70 до 90%. Вот почему опытные судоводители предпочитают всегда использовать ледовые прогнозы с учетом метеорологических прогнозов и фактической ледовой обстановки.

**Взаимодействие судна с самолетом ледовой разведки.** Судно при движении во льдах может встретить самолет (вертолет) ледовой разведки. Необходимо тотчас же организовать визуальное наблюдение, а также радионаблюдение — на ключе 500/480 кГц и по радиотелефону 1225 мГц (дежурный прием). Если самолет установил прямую радиосвязь с ледоколом или с одним из интересующих его судов, остальным судам, не вмешиваясь в переговоры, надо быть готовыми в любой момент включиться в них при поступлении с самолета вызова.

В практике ледового плавания были случаи, когда самолет, прилетевший для вывода судна из района скопления тяжелого льда, не мог связаться с ним по радио. Причины этого бывают разные, но всегда в та-

Таблица 12. Условные эволюции самолета ледовой разведки при встрече с судами

Характер эволюции	Значение эволюции
Покачивание с крыла на крыло	Следите за мной, показываю наиболее проходимый путь
Полет змейкой после покачивания	Следуйте этим путем, где пролетаю
Горка над судном	Идете правильно
Разворот влево, вправо	Поворачивайте влево, вправо
Крутое снижение навстречу судну	Прошу остановиться, буду бросать вымпел
Три правых крена	Прекратите движение, дальше из-за плохой ледовой обстановки пути нет
Два круга над судном	Пришел для оказания вам помощи

ких случаях капитан судна должен поднять до половины фала вымпел международного свода сигналов, что послужит знаком для экипажа самолета о переключении на визуальную связь в соответствии с условными правилами (табл. 12).

При выполнении ледовой разведки используется сброс вымпела с ледовой картой на судно. С широким внедрением фототелеграфа такой способ оперативной передачи ледовой информации применяется все реже и реже, тем не менее и к нему нужно быть готовым. Что при этом необходимо знать судоводителям? Прежде всего необходимо помнить, что сброс вымпела производится по завершении ледовой разведки, когда у самолета на исходе запас горючего, поэтому эту операцию желательно провести как можно быстрее. Для этого экипажи самолета и судна должны действовать предельно согласованно. Судно по команде с самолета прекращает движение, на верхний мостик выходит опытный наблюдатель с биноклем, готовится штормтрап и

бросательный конец с «кошкой» на нем на случай падения вымпела за борт. Если судно находится среди редкого льда, целесообразно подготовить к спуску мотобот. Чтобы уменьшить риск возможной потери вымпела, судну следует осторожно войти носовой частью в ледяное поле. Это позволит сравнительно легко поднять вымпел, не попавший на палубу судна.

После сброса вымпела самолет остается в пределах радиотелефонной связи до тех пор, пока его командир не убедится в том, что не требуется никаких дополнительных разъяснений. Поэтому капитан судна, получивший вымпел с ледовой картой, ознакомившись с ней и убедившись, что ледовая обстановка и рекомендации ясны, должен передать на самолет следующее сообщение: «Вымпел принят... обстановка и рекомендации ясны, вопросов нет!». На этом операция сброса вымпела завершается, самолет продолжает полет, а судно следует во льдах в соответствии с рекомендацией.

#### СУДОВЫЕ ЛЕДОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Длительное время главным источником информации о распределении льда в открытом море были судовые ледовые наблюдения, которые носили эпизодический и попутный характер. С развитием авиационных методов разведки льда роль судовых наблюдений несколько снизилась, но они по-прежнему имеют исключительно важное значение по следующим причинам. Во-первых, судовые наблюдения, освещающие весь комплекс характеристик состояния льда, позволяют после обобщения получить детальное представление об условиях проходимости во льдах судна того или иного ледового класса. Это пополняет наши знания о льдах как среде активного судоходства. Во-вторых, следует помнить, что авиационные ледовые разведки выполняются не каждый



день, а отдельные районы по определенным причинам иногда вовсе не освещаются. В связи с этим судовые ледовые наблюдения могут сыграть важную роль при принятии решений о проведении морских операций, особенно в морях Арктики и Антарктики.

При производстве судовых ледовых наблюдений каждый судоводитель должен придерживаться правила, хорошо выраженного в известном изречении адмирала С. О. Макарова: «Пишем, что наблюдаем, а чего не наблюдаем, того не пишем». Однако это не означает, что необходимо механически фиксировать увиденное. При таком подходе можно либо увлечься записью бесконечного количества мелких и ненужных подробностей, либо не увидеть главных особенностей в однообразном ледовом пейзаже, каким на первый взгляд кажется ледяной покров.

Грамотный наблюдатель прежде всего выявит наиболее важные элементы ледовой обстановки и с учетом меняющейся на глазах картины состояния льда делает соответствующие записи в судовой журнал. Неопытный судоводитель должен воспользоваться при этом атласом ледовых образований, памятуя о несходстве льдов, формирующихся в разных географических районах. Естественно, основное внимание уделяется характеристикам льда, имеющим навигационное значение: сплоченности, возрасту (толщине), преобладающей форме льда, разрушенности, торосистости, сжатости.

При оценке общего состояния ледовой обстановки в районе нахождения судна судоводитель визуально определяет характеристику льда в следующей последовательности:

в пределах визуальной видимости оценивает процент покрытия площади моря льдом и общую сплоченность льда в пределах основных градаций: 1—3; 4—6; 7—8; 9—10; 10 баллов (если судно следует вдоль явно вы-

раженной границы льда, указывает его характеристику слева и справа по ходу судна);

среди них выделяет процент покрытия площади моря льдами различной возрастной категории (толщины), т. е. определяет частную сплоченность льда: наиболее преобладающего вида и двух остальных, если они имеются (при этом допускается объединение двух соседних групп — двухлетнего и многолетнего, однолетнего различной толщины, молодого);

среди каждой возрастной категории льда выявляет соответствующие формы (поля, обломки полей, крупнобитый или мелкобитый лед) и определяет процент покрытия ими площади моря;

в качестве возможного варианта оценки можно ограничиться определением преобладающих форм льда в данном районе независимо от возрастных категорий льда;

во льдах сплоченностью 7—10 баллов оценивает процент покрытия площади моря, занятый торосистыми образованиями, т. е. торосистость льда;

во льдах сплоченностью 7—10 баллов, пользуясь соответствующей шкалой (см. с. 20), определяет разрушенность (в период таяния) или заснеженность (в период нарастания) льда;

во льдах сплоченностью 7—10 баллов, пользуясь соответствующей шкалой (см. табл. 1), дает оценку сжатия льда.

Точность оценки характеристик льда зависит от высоты места наблюдателя, что хорошо показано на рис. 11. Мы видим, что по мере приближения к гори-

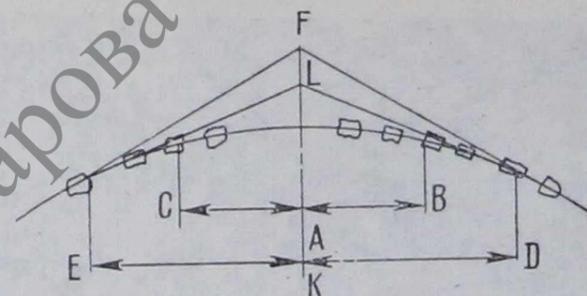


Рис. 11. Схема зависимости точности определения сплоченности льда от высоты глаза наблюдателя

Фигуры



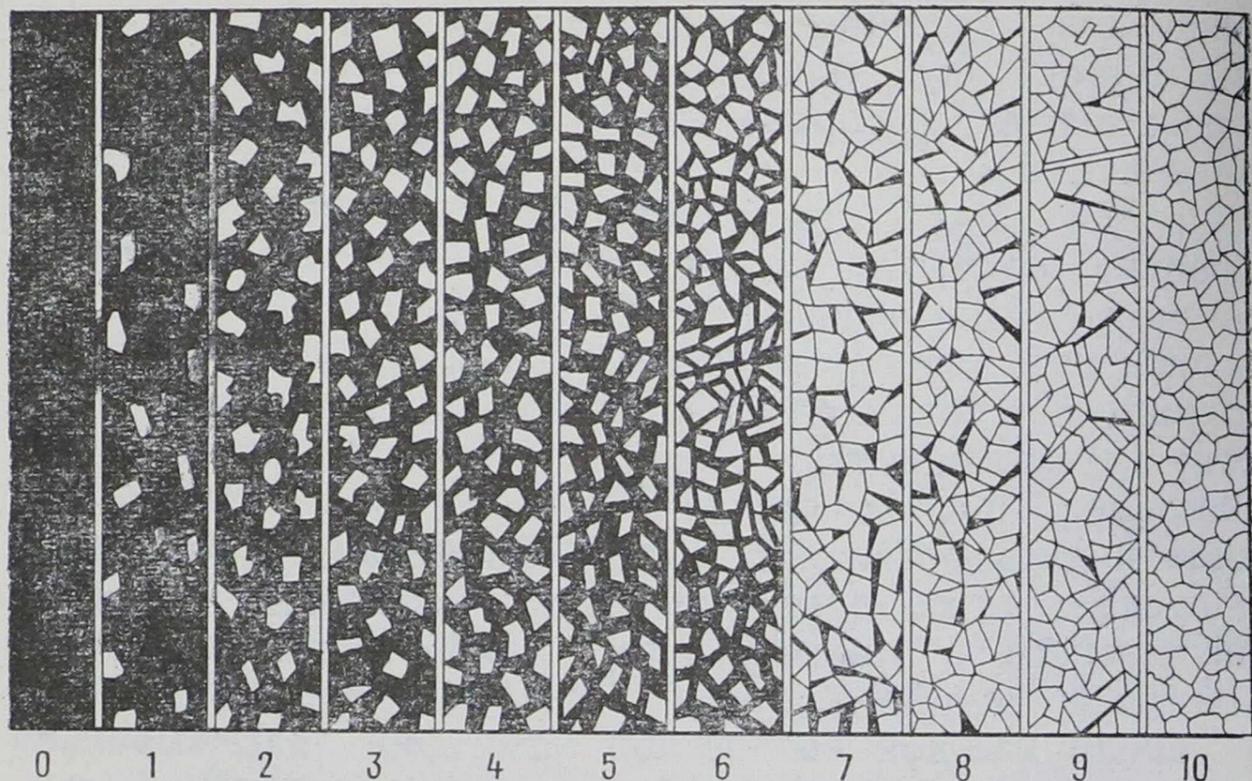


Рис. 12. Шкала сплоченности льда в баллах

зонту ближние льдины все в большей степени проецируются на фоне дальних льдин, сливаясь в полосу как бы сплошного льда, при этом чем больше надводная часть льда, тем существеннее проявляется этот эффект. Поэтому целесообразно ограничиваться оценкой сплоченности льда в пределах 1 мили, а остальных характеристик — в пределах полосы шириной до 4—5 высот наблюдения.

Для повышения точности оценки сплоченности льда можно воспользоваться шкалой сплоченности льда в баллах (рис. 12). Следует сказать, что нередко даже опытные судоводители, определяя сплоченность льда в непосредственной близости от судна, завышают ее оценку. Объясняется это просто: светлые пятна льда на фоне темной воды всегда кажутся больше, чем равновеликие им промежутки темной воды между льдинами. Этот эффект сильнее проявляется в осенне-зимний период,

когда из-за уменьшения освещенности вода представляется более темной, а лед, покрытый свежеснег, — более светлым. Чтобы исключить последствия такого зрительного обмана рекомендуется наблюдаемую сплоченность льда уменьшать на 1 балл.

Для оценки возрастных категорий льда у судоводителя в распоряжении различные приемы, простейший из которых — глазомерное определение толщины льдин, становящихся у борта судна на ребро. При малых скоростях судна пользуются шестом, размеченным на 10-сантиметровые деления. Можно применять деревянную рейку-выстрел, укрепленную под крылом капитанского мостика на уровне верхней палубы перпендикулярно борту (рис. 13). Длина деления рейки (в сантиметрах), соответствующая 1 дм, определяется по формуле

$$H = \frac{H_r - H_p}{H_r} 10. \quad (1)$$

Такая разметка рейки обусловлена тем, что она находится ближе к глазу наблюдателя, чем льдина у борта судна.

Кроме того, при оценке возраста льда следует обращать внимание на его внешние косвенные признаки, в

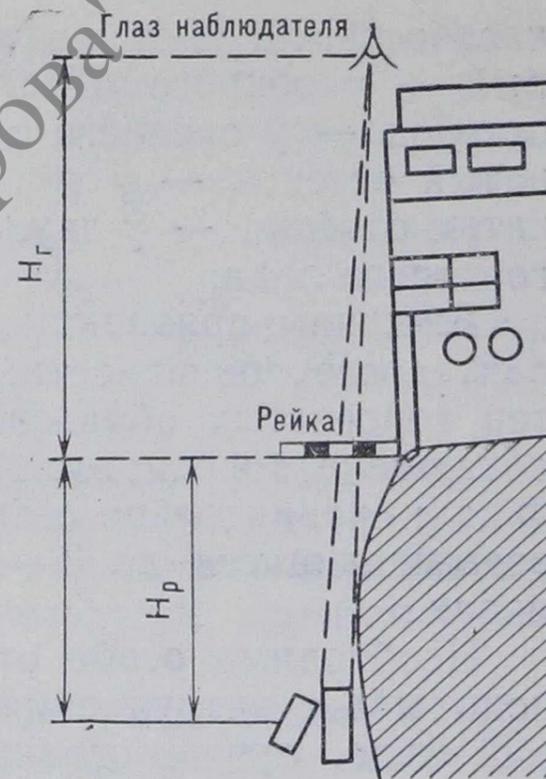


Рис. 13. Схема измерения толщины льда рейкой-выстрелом ( $H_r$  — высота глаза наблюдателя над рейкой;  $H_p$  — превышение рейки над ледяным покровом)

частности на цвет льда в свежих изломах: светло-серый — у тонкого однолетнего льда; слегка сероватый оттенок — у среднего однолетнего льда; слегка зеленоватый оттенок — у толстого однолетнего льда; голубоватые оттенки — у двухлетнего льда; голубой — у многолетнего льда.

Внешним признаком льда может также служить характер его поверхности: сглаженный холмистый характер торосистых образований — на многолетних льдах; обтаявшие торосистые образования — на двухлетних льдах; сравнительно свежие торосистые нагромождения, возвышающиеся до 3—4 м, — на толстых однолетних льдах.

Необходимо особо отметить, что, если судоводитель испытывает затруднения с оценкой возрастных категорий льда, лучше ограничиться только оценкой общей сплоченности льда без выделения частных сплоченностей.

Изложив основные особенности определения характеристик льда с борта судна, полезно остановиться на правилах ведения судовых журналов при плавании во льдах. Следует иметь в виду, что общими правилами ведения судового журнала предусмотрена регистрация состояния льда в графе 11 «Состояние моря», но в ней невозможно уместить полную характеристику ледовых условий. В связи с этим при плавании во льдах необходимо все изменения ледовых условий более обстоятельно фиксировать на правой странице судового журнала.

О каких записях идет речь? Прежде всего, если судно идет поблизости от кромки льда, вахтенный помощник капитана записывает в судовой журнал, например, следующее: «18 ч 15 мин Кромка мелкобитого льда 2—3 балла на NW в расстоянии 5 кб». В момент входа судна в лед в судовом журнале необходимо зарегистрировать время, координаты места судна, направление

кромки льда и его характеристику. Например: «18 ч 05 мин, широта  $69^{\circ}59'$ , долгота  $163^{\circ}18'$ . Вошли в лед 2—3 балла, крупнобитый, отдельные поля многолетнего, направление кромки SW—NO к SO чисто».

При следовании судна во льдах необходимо записывать в судовом журнале все существенные изменения ледовой обстановки. Каждой записи о ледовой обстановке предшествует фиксация времени и координат судна. Приведем примеры таких записей.

**Первая запись:** «Время, координаты судна, лед уплотнился до 3—4 баллов и наблюдается в пределах видимого горизонта. Встречаются вкрапления двухлетнего льда, ГКК  $150^{\circ}$ , следуем переменными курсами и ходами».

**Вторая запись:** «Время, координаты судна, вступили под проводку ледокола, дистанция следования 2,5 кб»;

**Третья запись:** «Время, координаты судна. Лед уплотнился до 7—8 баллов, преобладают поля двухлетнего льда, лишь местами лед однолетний. Судно с трудом продвигается за ледоколом, канал не держится. Ход около 2 уз (команда с ледокола об изменении дистанции до 1,5 кб)».

**Четвертая запись:** «Время, координаты судна. Лед 10 баллов, двухлетнего 8, однолетнего 2, поля, обломки полей, разрушенность 2—3, торосы 3, сжатие. Продвижения нет».

**Пятая запись:** «Время, координаты судна. По спущенному на грунт диплоту определен дрейф судна вместе со льдом в направлении на SW, скорость дрейфа 1,5 мили/ч. Ледовая обстановка без изменений».

При самостоятельном плавании транспортного судна во льдах в судовом журнале, кроме указанных выше записей, необходимо отразить основные особенности плавания:

координаты места судна определяются в зависимости от района плавания, но не реже одного раза в час;

каждый час записывается курс и пройденное расстояние, а если судно шло переменными курсами, вычисляется (в порядке ледового счисления) и записывается генеральный курс;

фиксируются все распоряжения берегового командного пункта или капитана ледокола с указанием времени их получения;

каждый час в журнал вносятся данные замера воды в льялах, а также контрольных замеров — после сильных ударов корпуса судна о лед;

отмечаются время и место получения ледового повреждения, данные, характеризующие путь во льдах, скорость продвижения и прочие условия плавания, объясняющие, по мнению капитана, причины аварии.

Если транспортное судно следует за ледоколом, в судовой журнал вносятся дополнительные записи:

время и место вступления судна под проводку ледокола с указанием его названия;

заданная дистанция, порядковый номер судна в кильватерном строю, названия судов, следующих впереди и позади;

характеристика канала (сохраняется или затягивается);

время, место и характеристика ледовой обстановки (если судно застряло во льдах или временно остановлено ледоколом);

переданное сообщение о повреждении судна капитану ведущего ледокола;

время, место получения ледового повреждения, данные, характеризующие путь во льдах за ледоколом, скорость продвижения, дистанция между судами и прочие условия, объясняющие, по мнению капитана, причины аварии;

данные о том, где и когда судно взято на буксир, о скорости и способе буксировки (вплотную к корме ле-

докола, на коротком или на длинном буксире), о времени и месте отдачи буксира, времени, затраченном на подачу и отдачу буксира;

время и место навала судна на ледокол или другое судно, последовательность сигналов, которыми обменивались суда до навала, слышимость указанных сигналов.

Судоводитель на ледоколе ведет записи в судовом журнале таким образом, чтобы при необходимости можно было восстановить все операции с проводимыми судами и условия, в которых они осуществлялись. С этой целью в судовом журнале ледокола регистрируются:

время и место ледокола в момент получения распоряжения о проводке судов;

названия ледоколов и судов в караване в порядке их следования с указанием старшего из капитанов ледоколов;

место ледокола с караваном судов (счисляемое — каждый час, обсервованное — после каждой обсервации);

время и место вынужденной остановки одного или нескольких судов;

словесная характеристика проходимости ледокола во льдах (безостановочно или с удара);

пройденное расстояние за вахту во льдах и по чистой воде;

время и место проводки судов с околкой или по одному, ледовая обстановка;

время, место, способ и скорость буксировки судна; время, место дрейфа ледокола (каравана) с указанием ледовой обстановки;

время, место и обстоятельства получения повреждения ледоколом;

сообщение судна о повреждении с указанием времени, места, характера повреждений и его возможных причин;

время, место и названия ледоколов, судов и самолетов (бортовой номер), встреченных на пути следования;

последовательность основных этапов работы берегового вертолета;

время и место разрешения проводимым судам самостоятельного плавания, ледовые условия.

Соблюдение каждым судоводителем перечисленных выше правил — гарантия того, что при разборе различных происшествий во льдах ясности будет больше, а недоразумений меньше.

## Глава 2

### САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ПЛАВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО СУДНА ВО ЛЬДАХ

#### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Один из распространенных видов ледового плавания транспортных судов — самостоятельное, или, как его еще называют, безледокольное плавание. Вопрос о возможности его решается в зависимости от ледовых условий на том или ином участке судоходной трассы и ледовой категории транспортного судна.

Сразу отметим, что понятие «ледовая категория» не раз пересматривалось. В послевоенный период Регистр СССР четырежды изменял систему классификации судов по ледовым категориям. В табл. 13 показаны ориентировочные условия использования судов различных ледовых категорий по Правилам Регистра СССР 1956 г., 1968 г. и 1970 г. В табл. 14 приводятся эквивалентные соответствия категорий ледовых усилений для транспортных судов по Правилам Регистра СССР и подобных классификаций зарубежных обществ.

В целом для упомянутых классификаций Регистра СССР характерны недостаточно четкие определения условий возможной эксплуатации судов различных ледовых категорий. Кроме того, с переходом к осенне-зимней навигации в Карском море традиционное понятие в Арктике «навигационный период» потеряло свое значение. Эти обстоятельства вызвали необходимость совершенствования классификации с целью установления

Таблица 13. Символы ледовых классов и знаки ледовых категорий судов по Правилам Регистра Союза ССР 1956 г., 1968 г. и 1970 г.

Ледовые классы	Ориентировочные условия использования судов класса	1956 г.	Знаки ледовых категорий	Ориентировочные условия использования судов категории	1968 г.	Знаки ледовых категорий	Ориентировочные условия использования судов категории	1970 г.
УЛ (Аркт.)	Суда, имеющие специальные подкрепления для сивания в ледовых условиях и работы в Арктике	—	УЛА	Самостоятельное плавание в любых районах, в сплошном ледяном поле толщиной до 0,5 м, плавание за ледоколом в арктических и антарктических морях в течение всего навигационного периода	1968 г.	УЛА	Самостоятельное плавание в сплошном ледяном поле толщиной до 0,5 м, плавание за ледоколом, а также самостоятельное плавание в ледовых условиях в арктических и антарктических морях в течение всего навигационного периода	1970 г.
Эквивалента не было	—	УЛ	УЛ	Плавание за ледоколом в арктических и антарктических морях, включая Берингово и Охотское моря, в течение летне-осеннего навигационного периода	1968 г.	УЛ	Плавание за ледоколом, а также самостоятельное плавание в битых льдах в арктических морях либо в других подобных по ледовым условиям районах в течение всего навигационного периода	1970 г.
УЛ	Суда, имеющие дополнительные подкрепления для плавания за ледоколом в северных морях СССР (Финский залив, Белое море), а также в арктических районах и в Охотском море при благоприятных условиях	—	Л1	Плавание за ледоколом в Белом море либо в других районах, аналогичных по ледовым условиям	1968 г.	Л1	Плавание за ледоколом, а также самостоятельное плавание в разреженных льдах в замерзающих северных морях (Белое и подобные моря) либо в других районах, подобных по ледовым условиям	1970 г.
Эквивалента не было	—	Л2	Л2	Плавание за ледоколом в битых льдах в Балтийском море либо в других аналогичных по ледовым условиям районах (сжатие судна плавучим льдом не предусматривается)	1968 г.	Л2	Плавание за ледоколом, а также самостоятельное плавание в мелкобитых разреженных льдах в Балтийском море либо в других подобных по ледовым условиям районах	1970 г.
Л	Суда, имеющие подкрепление для плавания за ледоколом в битых льдах в южных морях СССР	—	Л3	Плавание за ледоколом в битых льдах в Балтийском море в легких ледовых условиях, в Черном море либо в других подобных по ледовой обстановке районах (сжатие судна плавучим льдом не предусматривается)	1968 г.	Л3	Плавание за ледоколом, а также самостоятельное плавание в мелкобитых льдах в Балтийском море в легких ледовых условиях, в Черном море либо в других подобных по ледовым условиям районах	1970 г.
Эквивалента не было	—	Эквивалента не было	Л4	—	1968 г.	Л4	Эпизодическое плавание в мелкобитых льдах в прибрежных районах западной части Балтийского моря либо в замерзающих южных морях	1970 г.

Таблица 14. Эквивалентные категории ледовых усилений для транспортных судов по Правилам Регистра СССР и подобных классификаций зарубежных обществ

Ледовые категории Регистра СССР	Ледовые классы зарубежных классификационных обществ						
	Английский Ллойд	Дат Норске Веритасский	Германский Ллойд	Бюро Веритас	Американское бюро судостроительства	Итальянский Регистр	Финское управление мореплавания
УЛА	—	—	—	—	—	—	—
УЛ	Ice class 1*	Ice A*	E4	Glacé I Super	—	RG1	IA Super
Л1	Ice class 1	Ice A	E3	Glacé I	—	RG2	IA
Л2	Ice class 2	Ice B	E2	Glacé II	—	RG3	IB
Л3	Ice class 3	Ice C	E1	Glacé III	—	RG4	IC
Л4	—	—	—	—	—	—	—

четких количественных критериев использования судов различных ледовых категорий.

В 1981 г. Регистр СССР предложил новую классификацию транспортных судов ледового плавания (табл. 15), в которой определения стали более современными и конкретными. Тем не менее и в новой классификации не все понятия сформулированы достаточно четко. В частности, осталось неясным, что же такое летне-осенний период в Арктике.

В практике ледового плавания в арктических морях можно придерживаться критериев сроков начала и окончания безледокольного плавания, установленных в результате исследований Арктического и Антарктического института (табл. 16). В осенний период навигации при наличии остаточных льдов на трассе следует пользоваться уточненными критериями сроков окончания безледокольного плавания (табл. 17). Как видим, для судов категорий УЛ и Л1, а также Л2, Л3 и Л4 пространственно-временные границы возможности самостоя-

тельного ледового плавания в целом совпадают. Различаются они лишь максимально допустимой скоростью движения в аналогичных ледовых условиях, которая зависит от ледовых подкреплений. Надо помнить, что выбирать скорость движения во льдах необходимо с учетом возрастного износа корпуса судна.

Решение о самостоятельном движении транспортно-го судна во льдах принимается лишь при условии, что на предполагаемом пути следования отсутствуют ледо-

Таблица 15. Классификация судов ледового плавания по Правилам Регистра СССР 1981 г.

Категория ледовых усилений	Плавание	
	Самостоятельное плавание	под проводкой ледоколов
УЛА	В летне-осенний период навигации во всех районах Мирового океана	Круглогодично во всех районах Мирового океана
УЛ	В летне-осенний период навигации в Арктике в легких ледовых условиях и круглогодично в замерзающих неарктических морях	Круглогодично во всех районах Мирового океана, кроме Антарктики и высоких широт Арктики
Л1	В летний период навигации в Арктике в разреженных битых льдах и круглогодично в замерзающих неарктических морях в легких ледовых условиях	Круглогодично в замерзающих неарктических морях и в летне-осенний период навигации в Арктике
Л2	В мелкобитом разреженном льду неарктических морей	Круглогодично в замерзающих неарктических морях и в летний период навигации в Арктике в легких ледовых условиях
Л3	В мелкобитом разреженном льду неарктических морей	Круглогодично в замерзающих неарктических морях в легких ледовых условиях

Таблица 16. Критерии сроков начала и окончания безледокольного плавания судов в арктических льдах

Ледовый класс судна	Безледокольное плавание	
	Начало	Окончание
УЛА*	Устойчивое разрежение льда до 7—8 баллов	Достижение молодым льдом толщины 20—25 см
УЛ и Л1	Устойчивое разрежение льда до 4—6 баллов	Достижение молодым льдом толщины 5—10 см
Л2, Л3 и Л4	Устойчивое разрежение льда до 1—3 баллов	Начало устойчивого ледообразования

вые препятствия, серьезные для судна данной ледовой категории. В одних случаях такое решение может быть вызвано необходимостью для судна дойти до места встречи с ледоколом, осуществляющим проводку судов на участке трассы, сложном в ледовом отношении, в других — занятостью ледоколов и необходимостью за-

Таблица 17. Критерии сроков окончания безледокольного плавания судов в молодых льдах при наличии остаточного

Ледовый класс судна	Количество остаточного льда		
	7—8 баллов	4—6 баллов	1—3 балла
УЛА*	Дата устойчивого ледообразования	Дата достижения льдом толщины 5—10 см	Дата достижения льдом толщины 15—20 см
УЛ, Л1	Плавание невозможно	Дата устойчивого ледообразования	Дата достижения льдом толщины 5—10 см
Л2, Л3 и Л4	То же	Плавание невозможно	Дата устойчивого ледообразования

\* Без учета судов типа «Норильск».

вершения морской операции в сжатые сроки (например, из-за неблагоприятных ледовых прогнозов).

Распоряжение о самостоятельном плавании во льдах капитан судна получает или из берегового командного пункта, или от капитана ледокола, обеспечивающего проводку судов в данном районе. В распоряжении указываются рекомендованные курсы плавания, а также дается информация о ледовых условиях и их возможном изменении на пути следования судна. В соответствии со сроками факсимильной передачи обзорной ледовой информации в данном районе судоводители транспортного судна могут получить обзорную ледовую карту, выполненную ближайшим гидрометеорологическим центром. Иногда такая информация поступает с борта самолета, ведущего ледовую разведку в районе плавания.

Основные элементы ледовой обстановки (кромку льда и границу сплоченного льда) судоводители транспортного судна переносят с обзорной ледовой карты на путевую. В соответствии с ледовой информацией, откорректированной с учетом времени и возможных изменений в распределении льда, прошедших с момента выполнения ледовой авиаразведки, намечаются курсы судна. Особое внимание при использовании информации о распределении льда следует обращать на условия видимости, при которых выполнялась визуальная ледовая авиаразведка. Естественно, что при неблагоприятной видимости степень доверия к такой информации снижается.

Если транспортное судно направляется для погрузочно-разгрузочных работ на открытом рейде, поблизости от которого располагаются льды, капитану необходимо обратиться в ближайший штаб морских операций и гидрометеорологический центр с просьбой о специальном обслуживании его судна суточными прогнозами погоды — как минимум через каждые 12 ч. В этом

запросе указываются название пункта, около которого предполагается рейдовая разгрузка или погрузка, продолжительность времени, в течение которого следует информировать судно. В свою очередь судоводители регулярно передают в бюро погоды сведения о фактических метеорологических условиях в районе местонахождения судна: направление и силу ветра, атмосферное давление, температуру воздуха, облачность, осадки, видимость. В зависимости от фактической ледовой обстановки и прогнозируемых ветровых условий капитан судна принимает решение об уходе при возможном ухудшении ледовых условий.

Судно, направляющееся в ледовое плавание, должно удовлетворять ряду особых требований:

судно должно сидеть на ровном киле, лучше же, особенно для балластных судов, иметь дифферент на корму, что повышает способность судна двигаться и управляться;

реверсы у машины должны выполняться быстро, особенно при перемене с переднего хода на задний;

рулевое устройство должно быть в полной исправности;

водоотливные средства и аварийно-спасательное имущество (деревянные брусья, быстросхватывающийся цемент, пластырь, маты и т. п.) должны быть подготовлены к немедленному использованию;

внешние и внутренние средства связи должны быть тщательно проверены;

прожекторы должны быть подготовлены к работе для плавания в темное время;

средства для приемки, крепления и последующей отдачи буксира ледокола должны быть подготовлены.

Если эти требования соблюдены, судно может отправляться в лед, и поскольку впереди его ждет сложное и опасное плавание, управлять им во льдах должен капитан или старший помощник.

## ПЛАВАНИЕ В ЗОНЕ ВЕРОЯТНОЙ ВСТРЕЧИ СО ЛЬДОМ

При подходе судна к зоне вероятной встречи со льдом основная задача судоводителей — обнаружение кромки льда, с тем чтоб своевременно изменить скорость и направление движения судна. При хорошей видимости лед обнаруживается на достаточно большом расстоянии, тщательные наблюдения за окружающей обстановкой и знание характерных признаков близости кромки льда позволяют заблаговременно предвидеть его появление.

Таким признаком прежде всего является так называемое ледяное небо — эффект, создаваемый белесоватым отсвечиванием или более ярким отблеском льда на низких облаках в той части горизонта, где находится лед. Ледяное небо может появиться на различных расстояниях от судна, но вероятность его обнаружения с больших расстояний увеличивается в пасмурную погоду при низких темных облаках и при значительной площади сплоченного льда. Сначала ледяное небо появляется на горизонте в виде слабого отблеска в форме пятна или узкой полосы, по мере приближения судна к кромке льда отблеск становится выраженным, распространяется по высоте и ширине вдоль линии горизонта. Ледяное небо иногда прерывается участками темного водяного неба — отражения на облаках больших пространств чистой воды среди льда.

При отсутствии облачности над горизонтом обычная сине-голубая окраска чистого неба над льдом приобретает своеобразный белесоватый оттенок. Обусловлено это большой относительной влажностью воздуха над льдом и снижением вследствие этого прозрачности. Эффект белесоватости особенно отчетливо проявляется при ветре со стороны льда, когда небо над ним порою даже серебрится. В ясные безоблачные дни (особенно при



ветре со стороны льда) в высоких широтах заблаговременно обнаружению кромки льда способствует рефракция, которая значительно приподнимает изображение льда над горизонтом и в два-три раза увеличивает дальность видимости.

Полезно сказать и о других признаках кромки льда. Холодный ветер при ясном небе — признак больших масс льда в той части горизонта, откуда дует ветер. Туман на горизонте в подветренном направлении при ясной погоде и теплом ветре с моря — признак больших масс льда впереди по курсу судна. Надежным предупреждением о близости больших скоплений льда служит появление в значительном количестве морского зверя (моржей, тюленей, нерп) и некоторых видов птиц (кайр, чистиков, морских уток). Это весьма характерно для кромки тающих льдов, где всегда в изобилии планктон, служащий кормом для зверя и птицы.

Для обнаружения льда, особенно в условиях плохой видимости, эффективно использование судового радиолокатора. При плохой видимости судну, находящемуся в районе возможной встречи со льдами, следует уменьшить скорость судна с учетом дальности видимости и величины инерции данного судна. Особая осторожность нужна при подходе к наветренной кромке льда, имеющей резко выраженную границу с чистой водой. В этом случае встреча с тяжелым льдом может произойти совершенно неожиданно. В отличие от наветренной подветренная кромка льда носит более расплывчатый характер и может растягиваться по ветру на значительное расстояние (рис. 14).

При использовании радиолокатора надо помнить о том, что ясность изображения льда на экране зависит от его сплоченности, торосистости, разрушенности, форм. Интенсивность эхо-сигналов прямо пропорциональна размерам ледяных образований и степени неровности их поверхности. Как показывает опыт, штур-

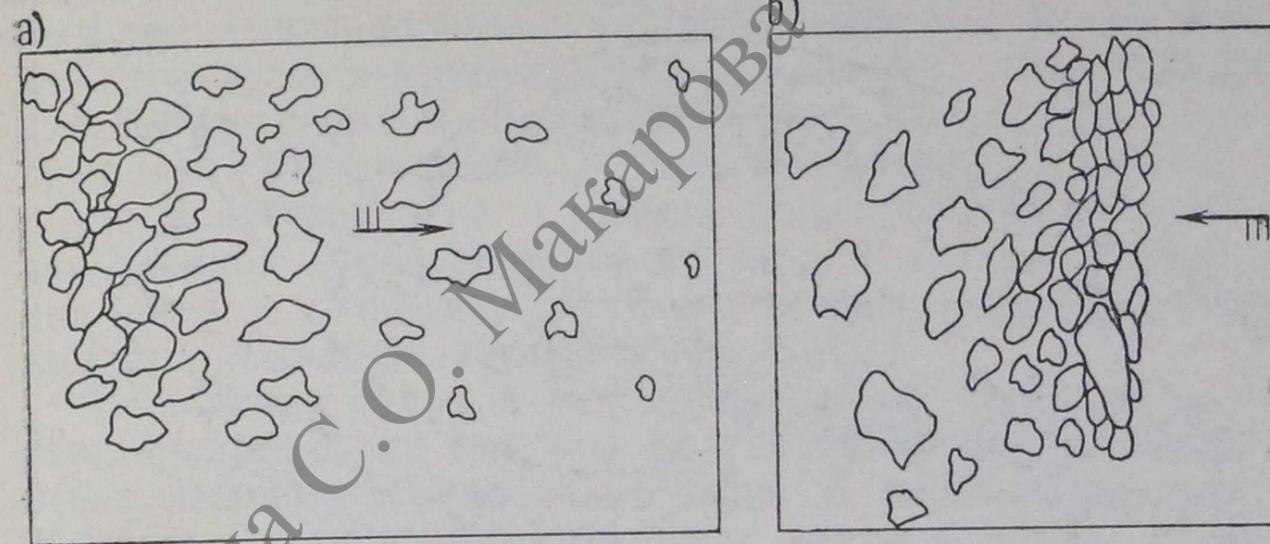


Рис. 14. Схематическое изображение подветренной (а) и наветренной (б) кромок льда

ману для обнаружения льда нельзя полностью полагаться на радиолокатор. Бывали случаи, когда на экране радиолокатора не просматривались даже небольшие айсберги, обнаруженные визуально. Поэтому при плохой видимости бдительность в наблюдении за морем должна быть повышена. На бак необходимо выставить впередсмотрящего, у которого больше шансов увидеть светлый отблеск льда впереди судна. В этой ситуации следует убрать лаг и уменьшить ход судна настолько, чтобы при внезапном ударе о льдину судно не получило повреждения.

#### ВХОД СУДНА В ЛЕДОВУЮ ЗОНУ

При подходе к кромке льда капитан судна обязан ознакомиться с состоянием льда в пределах видимости, обратив особое внимание на наветренную кромку льда. Для этого лучше всего подойти как можно ближе к кромке: в отдалении даже мелкобитый лед сплоченно-

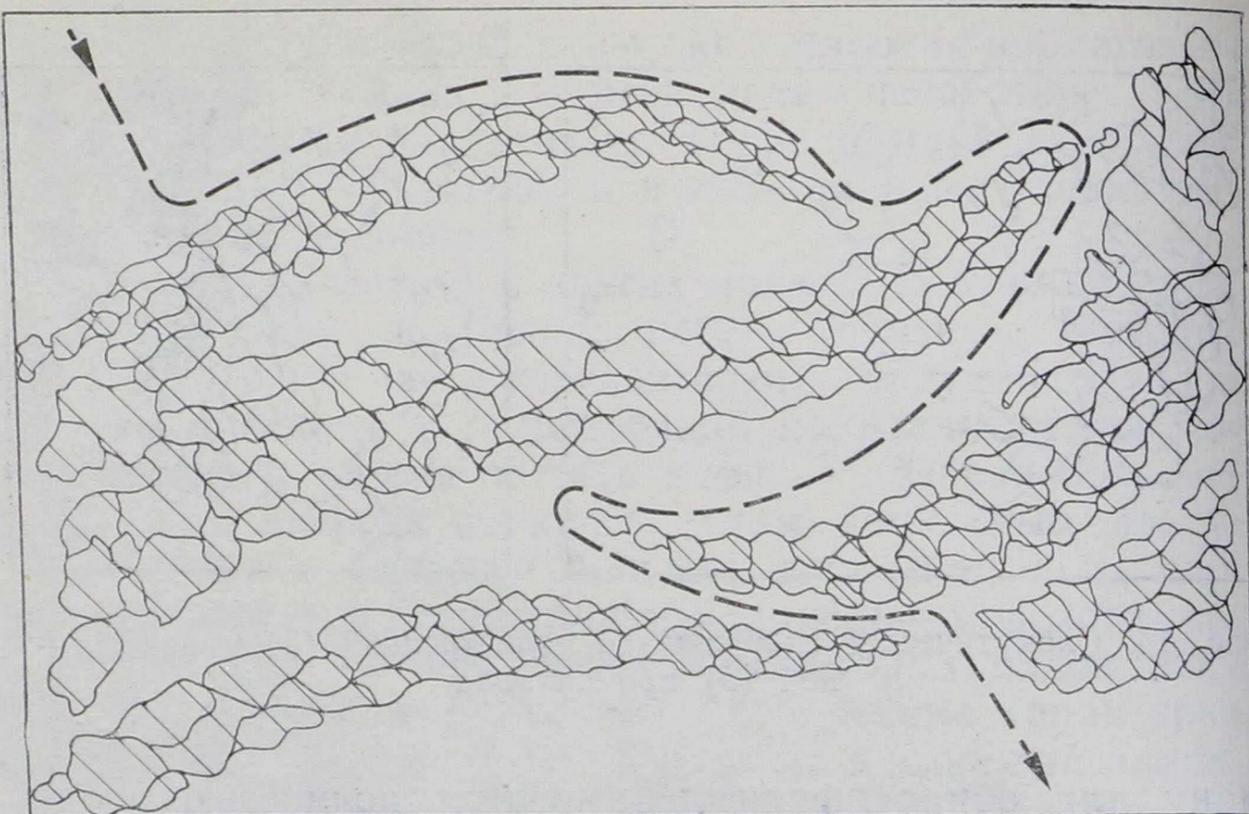


Рис. 15. Схематическое изображение участка наветренной кромки льда, проходимой при самостоятельном плавании судна

стью до 6—7 баллов может быть оценен как непроходимый. Иногда судно можно направить на разведку вдоль кромки с целью выбора наиболее проходимых участков: разводьев и разрежений (рис. 15). При волне или зыби с моря желательно найти в наветренной кромке глубокую излучину или выступающий угол кромки, под защитой которых накат слабее и где льдины, как правило, меньших размеров.

Важно, чтобы судно входило в лед по возможности под прямым углом к направлению наветренной кромки, особенно при зыби со стороны чистой воды. Вхождение в лед под острым углом грозит возможным навалом кормы судна на тяжелый лед и повреждением руля или винта. Проходить уплотненный лед наветренной кромки надо на самом малом ходу, предварительно по-

гасив инерцию движения судна. Но входить в сплоченный лед с застопоренной машиной нецелесообразно, так как при этом ухудшается управляемость судна и возрастает риск поломки лопастей винта (вероятность повреждения у неподвижных лопастей больше, чем у медленно вращающихся). Судам в балласте или с неполной осадкой лучше входить в лед при прямом положении руля: это предотвратит его повреждение при резком забрасывании кормы на лед.

Вхождение судна в лед подветренной кромки существенно легче, так как она растянута по ветру отдельными языками мелкобитого льда. В редком или разреженном льду нельзя допускать удара о судно даже небольших льдин. Каждый судоводитель должен знать, что льдина диаметром несколько метров может иметь массу несколько десятков тонн и, как показывает практика ледового плавания, встреча с ней порою может привести к вмятине борта, поломке шпангоутов и даже пробое. При движении в сторону подветренной кромки сплоченность льда возрастает и в определенных ситуациях он может оказаться труднопроходимым. В таких случаях, не имея надежных данных ледовой авиаразведки, целесообразно воздержаться от дальнейшего движения до уточнения ледовой обстановки и получения рекомендаций.

Как показывает практика ледового плавания, необходимо внимательно проанализировать целесообразность захода судна в лед (особенно, если оно слабо приспособлено для плавания во льдах) при следующих обстоятельствах: заметном движении льда в районе кромки, особенно при торошении льда; преобладающем значительном дрейфе льда в сторону берега или отмелей и опасности блокирования трассы сплоченным льдом; условиях ограниченной видимости — в темное время суток, тумане, во время снегопада, пурги; неблагоприятном прогнозе погоды на ближайшее время, ори-

ентирующем на нажимные ветровые потоки; периоде интенсивного ледообразования, когда может произойти формирование обширных сморозей молодого и остаточного льда, весьма труднопроходимых для транспортных судов.

### ВЫБОР БЛАГОПРИЯТНОГО ПУТИ ВО ЛЬДАХ

При отсутствии льда вопрос о выборе благоприятного пути решается традиционно просто: судоводитель самостоятельно и заранее с учетом гидрографических и метеорологических условий определяет, как будут располагаться курсы судна. В ледовом плавании судоводителю, с одной стороны, необходимо выбрать наиболее благоприятный путь во льдах, а с другой — не отклоняться значительно от заранее проложенного курса, чтобы по возможности сохранить нужное общее направление движения. Вместе с тем грамотный судоводитель при выборе благоприятного пути придерживается золотого правила, выработанного практикой ледового плавания и являющегося специфической интерпретацией известной поговорки «поспешись — людей насмешишь»: во льдах самый короткий путь по расстоянию — не самый короткий по времени. Следование этому правилу, знание ледовой обстановки и умение маневрировать судном во льдах — основные условия, определяющие успех самостоятельного плавания судна во льдах.

**Плавание в редких льдах.** Самостоятельное плавание транспортного судна осуществляется в зависимости от характера льда при его сплоченности от 1 до 8 баллов. Движение во льдах сплоченностью 1—3 балла не представляет особых затруднений даже при отсутствии хорошей видимости. Главное в такой ситуации — выбор безопасной скорости движения, которая должна быть тем меньше, чем больше в районе плавания круп-

3\*

ных форм льда: полей и их обломков. Особенно опасны столкновения с крупными обломками многолетнего или однолетнего сильно торошенного льда.

Следует помнить, что оценка проходимости льда по его внешнему виду может быть ошибочной. Плотный, мало ослабленный таянием, прочный лед сидит в воде глубоко, его небольшая высота над водой может ввести в заблуждение относительно общей толщины льда. У значительных стаявших сверху или сильно всторошенных льдин нередко наблюдаются подводные выступы — «тараны» или подсовы, могущие при ударе повредить борт судна. Все это означает, что подходить к любой льдине впереди по курсу нужно с большой осторожностью, не допуская ударов корпуса судна о лед при большой скорости движения.

В подтверждение сказанного выше можно привести пример из практики ледового плавания. Пароход «К» с полным грузом угля следовал вдоль побережья Восточно-Сибирского моря во льдах сплоченностью 5 баллов со скоростью 6 уз. Впереди по курсу плавали отдельные льдины, дрейфовавшие относительно большого ледяного поля, расположенного слева вплотную к линии пути судна (рис. 16). Метрах в двухстах правее виднелась маленькая льдина, помощник капитана держал курс левее льдины, считая ее отдельно плавающей. Однако находившийся на мостике капитан заметил, что льдина не меняет своего положения относительно большого ледяного поля. Значит, — решил он, — это верхушка длинного тарана который соединяет под водой льдину с полем! Отворачивать вправо было поздно — таран угодил бы в корпус судна у носовых

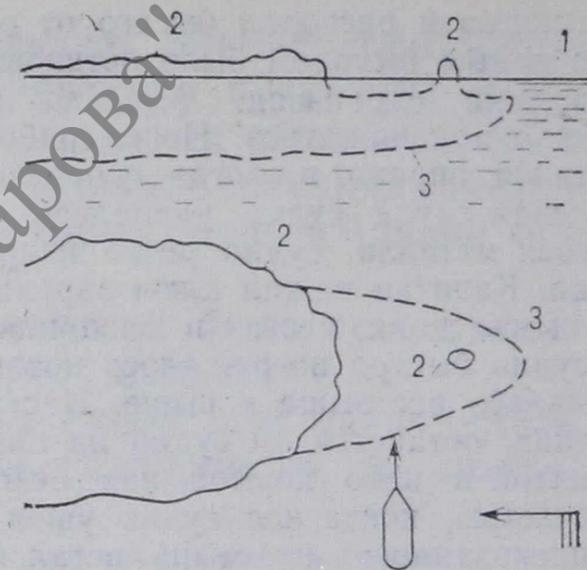


Рис. 16. Схема удара судна в подводный таран:

1 — поверхность воды; 2 — верхняя поверхность льда; 3 — подводная поверхность льда

трюмов и распорол бы его от скулы до мостика. Единственно правильным выходом было остановить судно, и капитан приказал дать полный ход назад. Машина заработала немедленно, ход начал заметно снижаться. Но от работы винта на задний ход нос покатился вправо, и, когда скорость упала узлов до четырех, носовая левая скула судна ударилась о таран. Раздался скрежет рвущегося металла, судно резко накренилось. В пробоину ворвалась вода. Капитан нажал ключ авральных звонков. Через минуту все было на своих местах и заводи́ли пластырь с носа. Остановившееся судно быстро погружалось носом в воду, корма угрожающе поднималась все выше и выше. Наступили мгновения, когда капитан не знал, останется ли судно на плаву или уйдет носом в воду с поднятой в небо кормой, как некогда ушел под воду «Титаник». К счастью, когда нос судна ушел в воду уже по якорь, погружение прекратилось: пластырь встал на место. Площадь пробоины оказалась метр на метр и в ближайшем порту ее временно перекрыли листами на электросварке. Мораль этой истории очевидна: даже при самой благоприятной ледовой обстановке судоводители должны быть в постоянной готовности быстро реагировать на любое изменение ледовой ситуации.

Общие правила при плавании в редких льдах можно сформулировать следующим образом:

во избежание ударов корпуса судна в подводные выступы льдин (тараны) не следует проходить близко к льдинам, особенно на большой скорости;

необходимо внимательно следить за дрейфом льдин впереди по курсу судна, помня о том, что некоторые из них могут соединяться под водой;

узкие проходы между льдинами надо проходить прямым курсом и поворот делать лишь после того, как корма судна минует узкое место;

при крутом повороте во льдах нужно заблаговременно значительно уменьшить ход;

чтобы избежать ударов руля и винта о лед, целесообразно создать дифферент на корму;

при плавании у отмелей берегов нельзя проходить впритирку к стамухам, так как их подводная часть обрывается из льдин-подсонов.

**Плавание в разреженных льдах.** Значительно меняются правила выбора благоприятного пути при самостоятельном плавании судна во льдах сплоченностью 4—6 баллов. В этом случае плавание осуществляется только по разводьям, выбор которых целесообразно определять с мачты с тем, чтобы:

общее направление цепи разводий было по возможности ближе к генеральному курсу судна;

разводья сообщались между собой или разделялись незначительными перемычками сплоченного, но проходимого льда.

При выборе цепи разводий следует руководствоваться приемом, основанным на сравнении кажущейся сплоченности льда впереди судна с кажущейся сплоченностью льда, находящегося на том же расстоянии, но позади судна, где оно только что проходило и была оценена фактическая сплоченность льда. Сопоставляя кажущуюся и фактическую сплоченность позади судна и зная кажущуюся сплоченность впереди, нетрудно оценить фактическую сплоченность льда по курсу судна. Главное требование при этом — не ограничиваться обзором только ближайшей части своего пути. Необходимо иметь уверенность, что выбранные для движения разводья не разделены сплоченным льдом, непроходимым для судна данной ледовой категории.

При плавании по цепи разводий судно в определенных условиях может попасть в «мешок» — разводье, из которого нет выхода (рис. 17). Избежать этого можно только с помощью систематического и тщательного наблюдения за льдом как визуально, так и с помощью радиолокатора. При этом надо по возможности учитывать косвенные признаки чистой воды и льда за пределами видимости — водяное и ледяное небо. Следует помнить, что попадание судна в «мешок» чревато не только потерей времени, но и общим усложнением ситуации — если произойдет перегруппировка льда под

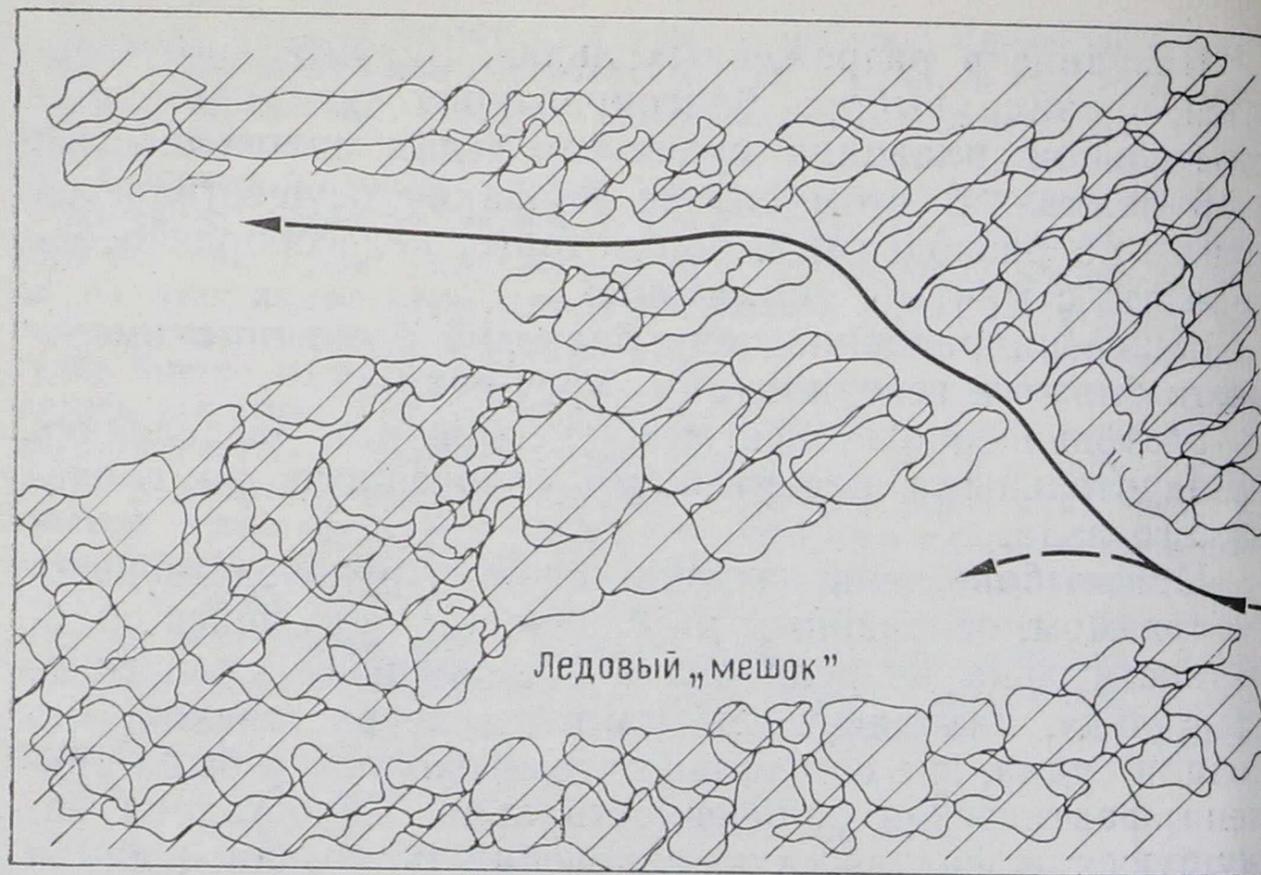


Рис. 17. Схематическая иллюстрация возможности попадания судна в ледовый «мешок» при выборе пути по цепочке разводий

воздействием ветра и течений, судно окажется блокированным со всех сторон сплоченным льдом.

При переходе судна из одного разводья в другое и наличии сплоченной перемычки льда необходимо изучить ее и найти наиболее слабое место для прохода. Если в пределах видимости путей для обхода сплоченной перемычки не обнаружено, капитан, прикинув прочность корпуса и мощность энергетической установки, может форсировать перемычку. Он должен при этом руководствоваться следующими правилами:

не пересекать перемычки там, где наблюдается торошение льда;

нужно попытаться найти другой, пусть даже существенно более длинный путь;

не форсировать перемычку на стыках ледяных полей, так как, нарушив установившееся равновесие сил ветра и течений, действующих на ледяные поля, судоводитель рискует подвергнуть судно сжатию;

форсировать перемычку следует по возможности против направления ветра — это облегчит маневрирование судна и позволит избежать его попадания в сжатие;

при встрече с тяжелой для данного судна перемычкой ее форсирование оправдано лишь при уверенности, что подобной перемычки на дальнейшем пути следования не будет; в противном случае лучше выждать улучшения ледовой обстановки или запросить помощь ледокола.

Решение о вызове ледокола принимается с учетом прогноза направления и скорости ветра. При плавании у берега, если ожидаются свежие нажимные ветровые потоки, надо поспешить с просьбой о ледокольной помощи.

В районах с заметными приливо-отливными колебаниями уровня моря следует постараться использовать возможные разрежения льдов под влиянием приливной волны. Четких и однозначных правил о динамике льда в зависимости от фазы прилива не существует, так как на нее в определенной мере влияет направление береговой черты относительно перемещения фронта приливной волны. Однако в принципе можно считать, что в прибрежных районах во время прилива наблюдается сжатие льдов, во время отлива — их разрежение. В районах же, удаленных от берегов, сжатие наблюдается в момент смены отливного течения приливым, а разрежение — при смене приливого течения отливным. Разумеется, указанные правила в наибольшей мере справедливы для сплоченных льдов.

При плавании в разреженных и даже редких льдах нередко отдельные скопления сплоченного льда (пят-

на). Встреча с ними обязывает судоводителя к следующим действиям:

обход скоплений льда необходимо совершать там, где благоприятнее условия плавания, но при свежем ветре — обязательно с наветренной стороны;

если судно попало в зону скопления льда, границы которого в направлении общего движения не видны, то отклонения от генерального курса целесообразно делать против ветра, так как вероятность встречи с разрежениями больше с наветренной стороны;

во избежание повреждения корпуса судна не рекомендуется направлять его в зону соприкосновения двух ледяных полей (ледяные поля наряду с поступательным имеют и вращательное движение, поэтому в точках соприкосновения двух полей силы взаимодействия между ними возрастают).

**Плавание в сплоченных льдах.** В определенных условиях самостоятельное движение транспортного судна в зависимости от его ледовой категории допустимо в сплоченных льдах. Это могут быть и льды сплоченностью 9—10 баллов при наличии цепи явно выраженных разводий, ориентированных по генеральному курсу. Самостоятельное движение в таком льду под силу транспортному судну, особенно тогда, когда преобладают мелкобитые и крупнобитые формы разрушенного таянием льда. В любом случае решение о движении через такой лед следует принимать только при благоприятном прогнозе погоды, лучше же всего такое решение согласовать с береговым командным пунктом.

Основная задача судоводителя при плавании в сплоченных льдах — грамотно оценить ледовую обстановку, с тем чтоб выявить так называемые слабины: полосы сравнительно разреженного льда (т. е. небольшие «пятна» чистой воды среди сплоченного льда), полосы более слабого льда (т. е. разрушенного и менее торосистого). Очень важно установить какую-то закономер-

ность в распределении слабин, позволяющую избежать существенных отклонений судна от генерального курса.

Наметив в сплоченном льду слабину, судоводитель при почти погашенной инерции судна упирается форштевнем в лед, затем постепенно увеличивает ход при необходимости до полного. Раздвигая корпусом лед, судно направляется по линии наименьшего сопротивления таким образом, чтобы обезопасить его от ударов корпуса о лед. Чтобы не сбавлять ход, не следует часто переключать руль, если это не вызвано необходимостью возвращения судна на генеральный курс (целесообразно это делать в разреженном льду или полынье). Прорвавшись из сплоченного льда в небольшое разводье, из которого предстоит вновь идти в сплоченный лед, судоводитель должен уменьшить ход судна до минимума и заново повторить описанную выше операцию форсирования.

При плавании в сплоченных льдах на пути судна может встретиться сплоченная перемычка из ледяных полей. Если ее нельзя обойти, следует попробовать отыскать слабое и узкое поле. При этом надо избегать стыков ледяных полей и узкостей между ними, проход через которые грозит серьезными повреждениями скуловых частей корпуса судна.

Форсирование сплоченных перемычек льда транспортное судно может осуществить с небольшого разбега, но не больше длины корпуса. При выборе длины разбега нужно прикинуть силу удара и способность судна преодолевать лед. Главное условие форсирования с удара — форштевень должен быть направленным к кромке льда под углом 80—90°. В противном случае увеличивается риск получения повреждения, так как форштевень может соскользнуть по кромке, а судно, развернувшись от удара, навалиться бортом на льдину. Кроме того, не исключено повреждение, поскольку сила удара будет частично воспринята обшивкой корпуса и

набором, прилегающим к форштевню. При форсировании сплоченной перемычки с удара необходимо соблюдать следующие правила:

тщательно вести наблюдение за состоянием корпуса судна, особенно после сильных ударов;

после сильного удара произвести внеочередной замер в льялах в районе удара;

отводить судно назад для разбега на полной мощности, постепенно уменьшая частоту вращения;

во избежание поломки винта нельзя стопорить машину, если судно сохраняет движение назад (решительно реверсировать двигатель можно только в экстренных случаях);

при отходе судна назад руль надо ставить прямо, на корме должен находиться вахтенный помощник;

при перемене заднего хода на передний руль из положения «прямо» выводить можно только после того, когда судно приобретает движение вперед;

передний ход следует давать с самого малого, чтобы разредить лед около кормы.

При прохождении льда с разбега транспортное судно может заклинить и, даже дав полный задний ход, не сумеет отойти назад. В этом случае рекомендуется применить приемы, выработанные практикой ледового плавания:

положив руль на борт, дать полный ход вперед, что заставит корму покатиться несколько в сторону; после этого на заднем ходу судно может освободиться (на двухвинтовых судах вместо указанного приема применяют работу машин «враздрай»);

попытаться «расшевелить» судно, попеременно резко меняя ход с полного переднего на полный задний;

перекачивая воду в балластных цистернах, пробовать освободить судно при помощи кренования;

заполнив водой форпик, перекачать ее в ахтерпик (переменная перекачка воды может освободить судно);

если перечисленные приемы не принесут эффекта, разрушить лед с помощью взрыва, в момент которого машина должна работать полным задним ходом.

В летний период, когда температура воздуха бывает положительной, при заклинивании судна во льдах целесообразно выждать некоторое время. Вследствие механического и температурного воздействия лед, соприкасающийся с корпусом судна, подтаивает и талая вода образует в местах соприкосновения как бы смазку. В зависимости от температуры воздуха время ожидания благоприятного момента может длиться от одного до нескольких часов. Зато потом судно можно легко освободить, дав задний ход.

И все же лучше всего избегать заклинивания судна во льдах. Для этого иногда достаточно придерживаться двух правил: если в момент разбега судоводитель замечает, что препятствие не преодолеть и судно неминуемо остановится, следует включить креновую систему и положить руль направо или налево (это позволит судну быстрее сойти со льда при заднем ходе); при нанесении последовательных ударов с разбега нужно стремиться расширить канал до таких размеров, чтобы, двигаясь по нему, не потерять инерцию судна.

Особая осторожность при плавании в сплоченных льдах нужна, когда начинаются процессы торошения льда. Если на пути судна наблюдается торосообразование, необходимо постараться вывести судно из сплавивающегося льда в наветренном направлении. Если же при сжатии льда в подветренном направлении находится побережье, необходимо по возможности вывести судно в сторону открытого моря. Если движение судна невозможно, рекомендуется выбрать безопасное место для его стоянки — лучше среди мелкобитого льда. При отсутствии такого льда, выбрав место стоянки, судоводитель должен внимательно осмотреть лед у борта. Все углы льдин, упирающиеся в борт, должны

быть раскрошены, так как во время сжатия льда именно такие выступы повреждают обшивку корпуса.

В период стоянки судна в сплоченных льдах необходимо время от времени двигаться передним и задним ходом, тщательно при этом наблюдая за льдом. Лед при отрицательных температурах воздуха может настолько смерзнуться, что зажмет судно, продолжительное время пребывающее неподвижным, и, оказавшись в сморози, судно даже после исчезновения эффекта сжатия не сумеет выбраться в разреженный лед.

### СКОРОСТЬ ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ

В качестве показателя, с одной стороны, учитывающего все многообразие сочетаний характеристик ледяного покрова, а с другой — дающего представление о возможностях судна преодолевать сопротивление льда на участках различной протяженности без ущерба для корпуса, используется скорость ледового плавания, или, как ее называют, «ледовая скорость».

В процессе изучения ледовых условий плавания и их влияния на судоходство разработана классификация видов скоростей движения во льдах, которые применяются в исследовательских целях, и для решения практических задач: ледовая паспортная, или «мгновенная», скорость  $V_{л.п}$ ; ледовая техническая скорость  $V_{л.т}$ ; ледовая эксплуатационная чистая скорость  $V_{л.ч}$ .

Ледовая паспортная скорость  $V_{л.п}$  — скорость, которую новое судно способно развивать на разных режимах энергетической установки в типовых ледовых условиях: сплошных бесснежных ровных льдах (большие поля, припай); мелкобитых льдах в канале, проложенном ледоколом в припайных и дрейфующих льдах.

Исчисление  $V_{л.п}$  производится на полигонах, где судно совершает пробеги на определенных режимах рабо-

ты энергетической установки по участкам протяженностью от 1—2 длин корпуса до 1,0—1,5 мили. Максимальные значения паспортных ледовых скоростей определяются либо мощностью энергетической установки (для ледоколов и транспортных судов с прочными корпусами), т. е. *достижимыми* скоростями, либо прочностью корпуса (для судов со слабыми корпусами), т. е. *допустимыми* скоростями. Во всех случаях достижимая и допустимая скорости являются безопасными и указываются в ледовых паспортах судов в виде соответствующих диаграмм ледопроеходимости.

Реальная ледовая обстановка отличается большой неравномерностью распределения характеристик льда по площади, и для установления технических возможностей судов (ледоколов) в эксплуатационных условиях применяется *ледовая техническая скорость*  $V_{л.т}$  — максимальная рабочая скорость, с которой судно способно преодолевать однородные льды<sup>1</sup> на участках значительной протяженности в автономном плавании при мощности энергетической установки около 90% (для ледоколов и судов категории УЛА) или при соответствующей допустимой скорости по прочности корпуса (для судов других ледовых категорий). При установлении ледовой технической скорости исключаются все задержки судна, не связанные с преодолением льдов (поломки, простои по организационным причинам и т. д.), поэтому  $V_{л.т}$  является объективным показателем ледопроеходимости того или иного судна в эксплуатации. До настоящего времени  $V_{л.т}$  определялись главным образом для ледоколов и судов категории УЛА, у которых допустимая скорость заведомо выше достижимой.

Как показывает опыт, судоводители в большинстве случаев проводят суда не на предельных по техническим возможностям скоростях, что обусловлено опасе-

<sup>1</sup> Льды, характеристики которых на выбранном отрезке пути изменяются в пределах точности обычных наблюдений.



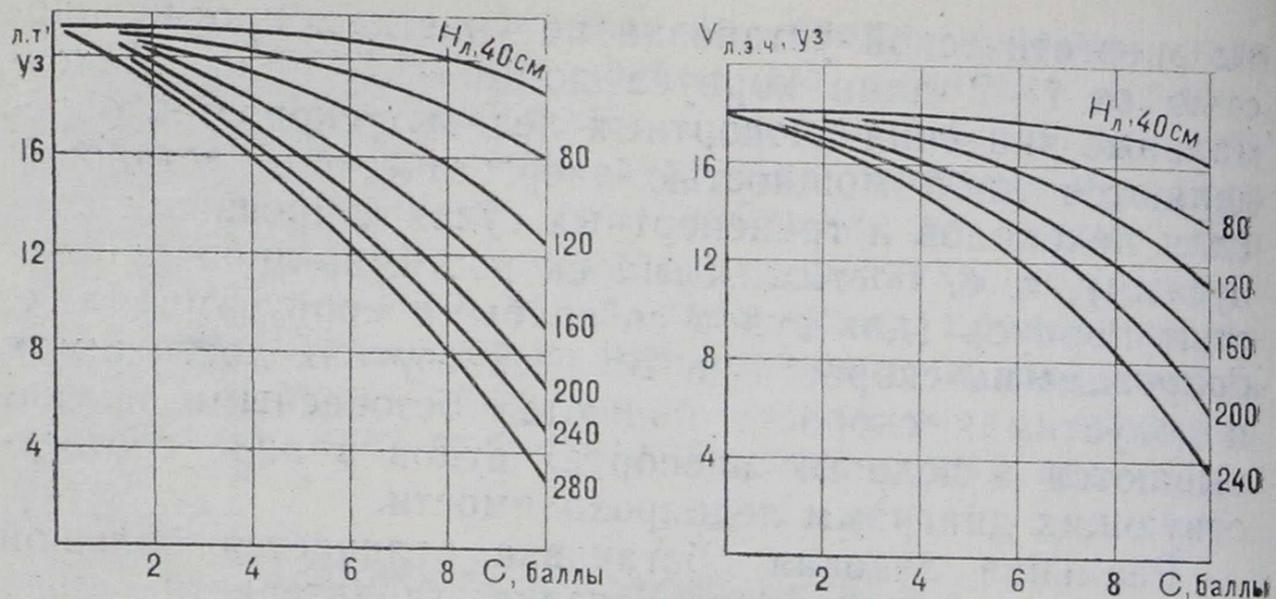


Рис. 18. Характер зависимости ледовой технической и эксплуатационной скорости ледокола от сплоченности (С) и толщины льда (Н) при автономном плавании

нием получить повреждение, экономией топлива и ресурса энергетической установки и т. д. В связи с этим было введено понятие о *ледовой эксплуатационной чистой скорости*  $V_{л.э.ч}$  (влияние мощности энергетической установки и допустимых ледовых нагрузок на корпус судна здесь исключено), обобщающей опыт разных по квалификации судоводителей и по существу являющейся среднестатистической скоростью движения судна определенной ледовой категории, полученной на основе обработки большого объема натуральных наблюдений.

Скорость судна более всего зависит от сплоченности и толщины льда. Чем меньше сплоченность льда, тем большую часть пути судно проходит по чистой воде; чем больше толщина льда, тем сложнее преодолеть тот или иной участок пути. На рис. 18 наглядно показано, как с увеличением сплоченности и толщины льда скорость движения ледокола быстро падает. В условиях эксплуатации влияние других характеристик льда (разрушенности, торосистости, сжатия) на скорость

судна учитывается с помощью соответствующих поправок.

В основу разделения ледяного покрова как среды плавания на два типа положены преобладающие горизонтальные размеры льдин: льды с большой протяженностью (принай, обширные и большие поля дрейфующего льда), часто именуются сплошным льдом; льды малых протяженных размеров (мелкобитый и тертый лед).

Во льдах первого типа судно продвигается, взламывая их носовой частью; больше всего сказывается на скорости движения толщина и прочностные свойства ледяного покрова. Движение во льдах второго типа происходит в основном посредством раздвигания льдин, и основная часть сопротивления льда определяется потерями кинетической энергии при ударах о льдины, а также работой, затрачиваемой на раздвигание и притапливание льдин. Как правило, в реальных условиях преобладают льды средних горизонтальных размеров. На рис. 19 отчетливо видно, что сопротивление льда движению судна резко возрастает с увеличением горизонтальных размеров льдин, при этом характер зависимости определяется скоростью судна.

С какой же скоростью транспортному судну следовать во льдах? Ответ один — с безопасной, т. е. возможно большей скоростью, при которой судно, случайно ударившись о лед или намеренно нанеся удар в лед, не получит серьезных повреждений корпуса. Ответ и однозначный, и неопределенный. Объясняется это прос-

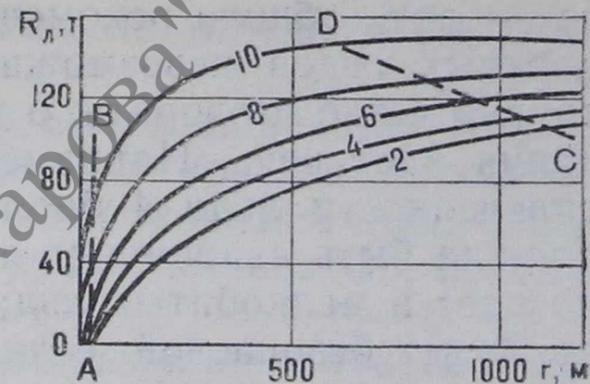


Рис. 19. Характер изменения сопротивления льда движению судна  $R_{л}$  в зависимости от средних размеров льдин  $r$  (AB, DC — соответственно границы мелкобитого и сплошного льда)

то — дать общую рекомендацию для всех типов транспортных судов невозможно. Во-первых, почти всегда трудно четко оговорить, о каких условиях ледового плавания идет речь. Например, нельзя сказать, что при сплоченности льда 4 балла скорость судов класса УЛ должна быть непременно около, скажем, 7 уз. Если судно идет в мелкобитых льдах, такая скорость, безусловно, будет безопасной; если же на пути то и дело встречаются поля или обломки тяжелого многолетнего льда, судно рискует получить повреждение. Данная ситуация во многом зависит еще от условий видимости на пути судна. При плавании в более сплоченных льдах количество факторов, от которых зависит безопасная скорость, возрастает и ответить на вопрос, с какой скоростью следовать судну, еще более затруднительно.

Для иллюстрации изложенного выше отметим, что, по оценкам специалистов, удар о льдину толщиной 100 см и весом 50 т, например, для судов типа «Волголес» (категория Л1) может привести к повреждению корпуса при скорости свыше 14,8 уз. Если же льдина весит 3000 т и имеет толщину 200 см, предел скорости снижается до 1,9 уз. Ясно одно — при плавании во льдах не может быть понятия опасной или безопасной скорости без учета конкретной обстановки.

Кроме того, следует помнить, что предел безопасной скорости транспортного судна зависит от величины инерции поступательного движения судна: чем больше инерция, тем меньше предел безопасной скорости. В свою очередь инерция судна тем больше, чем больше его водоизмещение. Предел безопасной скорости, с одной стороны, зависит от конструкции, прочности и водоизмещения судна, а с другой — от характера преодолеваемого льда и условий видимости. Таким образом, вопрос о пределе безопасной ледовой скорости каждого судна в конкретных природных условиях должен ре-

шаться самими судоводителями на основе опыта плавания во льдах.

Тем не менее попытаемся сформулировать некоторые общие правила для выбора скорости движения транспортного судна в условиях хорошей видимости: для оценки льда следует руководствоваться приемами, изложенными в гл. 1;

надо учитывать, что при уменьшении скорости судна ухудшается его маневренность, а значит, и вероятность столкновения со льдом;

при плавании в редких льдах, примерно равномерно распределенных по поверхности моря, судно может следовать почти без снижения скорости, если оно имеет нормальную поворотливость и управляется опытными рулевыми;

при плавании в разреженных льдах в связи с повышением сплоченности судну приходится больше лавировать между отдельными льдинами или пятнами льда; в этом случае целесообразно применять способ движения, называемый «со стопом» — судно, двигаясь при гаснущей инерции, для сохранения поступательного движения и управляемости дает время от времени на непродолжительное время малый ход вперед;

при плавании в сплоченных, но доступных для прохода судна льдах (мелкобитых) ход машины можно довести до полного; необходимо обходить тяжелые льдины.

При выборе скорости движения и выполнении маневра во льдах большая роль принадлежит рулевому. Опытный ледовый рулевой лучше, чем кто-либо другой, «чувствует» судно. Поэтому при маневрировании во льдах рулевому следует давать лишь общее направление движения, указывая на характерные ориентиры (например, «держите с расчетом обхода большого белого поля справа, чтобы выйти на то дальнейшее разрежение» и т. п.). Судоводителю остается только внима-

тельно следить за действиями рулевого и окружающей обстановкой.

При маневрировании судна во льдах рулевой должен соблюдать следующие правила:

когда дается задний ход, не ожидая команды, ставить руль прямо;

не переключать руль после заднего хода до тех пор, пока судно не получит движения вперед;

при столкновении со льдом брать льдину только на форштевень;

не прижиматься вплотную к тяжелым льдинам во избежание ударов судна об их острые углы;

избегать крутых поворотов в тяжелых льдах;

при форсировании перемычки для удержания судна на курсе заранее переложить руль в сторону тяжелого льда, в противном случае нос судна уклонится в сторону слабого льда;

при движении в сплоченных льдах избегать лишних переключек руля, стремясь направить судно по линии наименьшего сопротивления.

Соблюдение перечисленных правил позволит судоводителю держать скорость судна во льдах до максимально допустимой. Последнее исключительно важно как для безопасности прохождения, так и ускорения оборачиваемости транспортных судов и повышения эффективности их использования.

#### СЧИСЛЕНИЕ ПУТИ СУДНА ВО ЛЬДАХ

За последние одно-два десятилетия в районах традиционного ледового плавания существенным образом улучшилось навигационное оборудование. Развитие получили радиотехнические и космические навигационные средства, использование которых позволяет с большой уверенностью располагать курсы судов во льдах

вне видимости берегов. Это, конечно, снизило значение традиционных методов счисления пути судна во льдах, но, на наш взгляд, еще полностью не освободило судоводителя от их применения. До сих пор в ряде ледовитых акваторий радиотехнические и космические средства пока отсутствуют и здесь по-прежнему велико значение традиционных методов.

До настоящего времени существовал единственный способ счисления при плавании во льдах, предложенный еще в начале века адмиралом С. О. Макаровым, — так называемое пятиминутное счисление. Сам С. О. Макаров хорошо сознавал несовершенство предложенного им способа счисления, однако подчеркивал, что «как бы грубы приемы ни были, со счислением все же лучше, чем без счисления, и, войдя в лед, надо заставлять себя вести пятиминутные записи, иначе можно совершенно потерять уверенность в знании своего места». Можно сказать, что пятиминутное счисление явилось порождением того времени, когда средства навигационного оборудования ледовитых акваторий имели слабое развитие. Тем не менее и в последние годы этот способ успешно применялся судоводителями, если не было возможности получить обсервованное место судна.

Сущность пятиминутного счисления весьма проста: при следовании судна во льдах вахтенный штурман по истечении каждой пятой минуты фиксирует курс и скорость судна, на основании которых вычисляется генеральный курс и путь судна за час или 30 мин. В результате получают счисляемое место судна на конкретный момент времени. Целесообразно соблюдать следующие положения:

курс судна регистрируется с точностью до  $1^\circ$ , при этом учитывается преобладающее движение в течение 5 мин;

скорость судна определяется на глаз и лишь время от времени, особенно по мере существенного изменения

ледовых условий, корректируется с помощью точных способов (о них будет сказано дальше);

фиксируется общая характеристика состояния льда, что позволяет при необходимости контролировать записи о скорости судна.

Далее производится обработка записей элементов счисления за час или за 30 мин: с точностью до 1 кб рассчитываются расстояния, пройденные за каждые 5 мин плавания; курсы, определенные по гирокомпасу, прокладываются на миллиметровке и сводятся в генеральный курс (тем самым устанавливается пройденное по нему расстояние); вводится поправка на величину дрейфа судна за рассматриваемый период времени; генеральный курс и путь переносятся на путевую карту, определяются координаты судна.

Главный недостаток способа пятиминутного счисления — он отнимает у вахтенного штурмана много времени и отвлекает его от непосредственного управления судном. В связи с этим были предложены различные способы упрощения вычисления генерального курса и пути судна, в частности, использование планшетов типа круга Севастопольской морской обсерватории (СМО) в такой последовательности:

против индекса устанавливается соответствующее «первому» курсу деление шкалы подвижного прозрачного диска и от центра в направлении индекса откладывается соответствующий этому курсу путь;

против индекса устанавливается «отсчет», соответствующий «второму» курсу, и от конца первого вектора откладывается соответствующий «второму» курсу путь параллельно линии «центр круга — индекс»;

аналогичным образом откладываются все последующие курсы;

конец последнего вектора устанавливается на линии «центр круга — индекс» и по отсчету против индекса определяется генеральный курс.

Расстояние от центра круга до конца вектора в масштабе построений будет отражать путь судна. Масштаб построений определяется в зависимости от скорости движения: при малой скорости целесообразно использовать более крупный масштаб (5 мм — 1 кб), при большой скорости — более мелкий масштаб (10 мм — 1 миля). Применение планшета типа круга СМО существенно облегчает работу штурмана. При отсутствии планшета его можно изготовить на любом судне.

При плавании транспортного судна во льдах сплоченностью 6—9 баллов при скорости до 6 уз можно успешно использовать планшет, сочетающий в себе параллельную линейку, транспортир, циркуль и таблицы для расчета пройденного расстояния (рис. 20). Планшет представляет собой круг диаметром 200 мм из органического стекла или целлулоида. По его окружности нанесена градусная шкала. По радиусу круга от его центра в направлении  $360^\circ$  сделана прорезь шириной 2 мм. В секторе круга нанесена номограмма пройденного расстояния в зависимости от времени (до 10 мин) и скорости (до 6 уз). Вдоль прорези нанесена шкала «кабельтовы». Для учета циркуляции на круге имеются отверстия, соответствующие радиусам циркуляции 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 и 2,5 кб. Прокладка пути судна во льдах с помощью данного планшета производится в такой последовательности: планшет накладывается на миллиметровую бумагу с фиксацией центра круга в произвольно выбранной точке; отсчет курса судна по градусной шкале совмещается с вертикальной линией, проходящей через выбранную точку, — прорезь на круге покажет направление курса; на номограмме от шкалы времени по минутам, пройденным данным курсом, следует идти параллельно прорези до пересечения с линией скорости, с которой судно шло на данном курсе; из точки пересечения линии времени и линии скорости по линии, параллельной шкале времени, нужно идти в сто-

рону выреза — на шкалу «кабельтовы»; по расстоянию от центра круга до найденной точки определяется путь, пройденный судном на данном курсе; подобная операция повторяется для следующего курса, причем конец предыдущего отрезка пути явится началом последующего; через час или 30 мин крайние точки на миллиметровой бумаге соединяются. Это и будет генеральный курс и пройденный по нему путь.

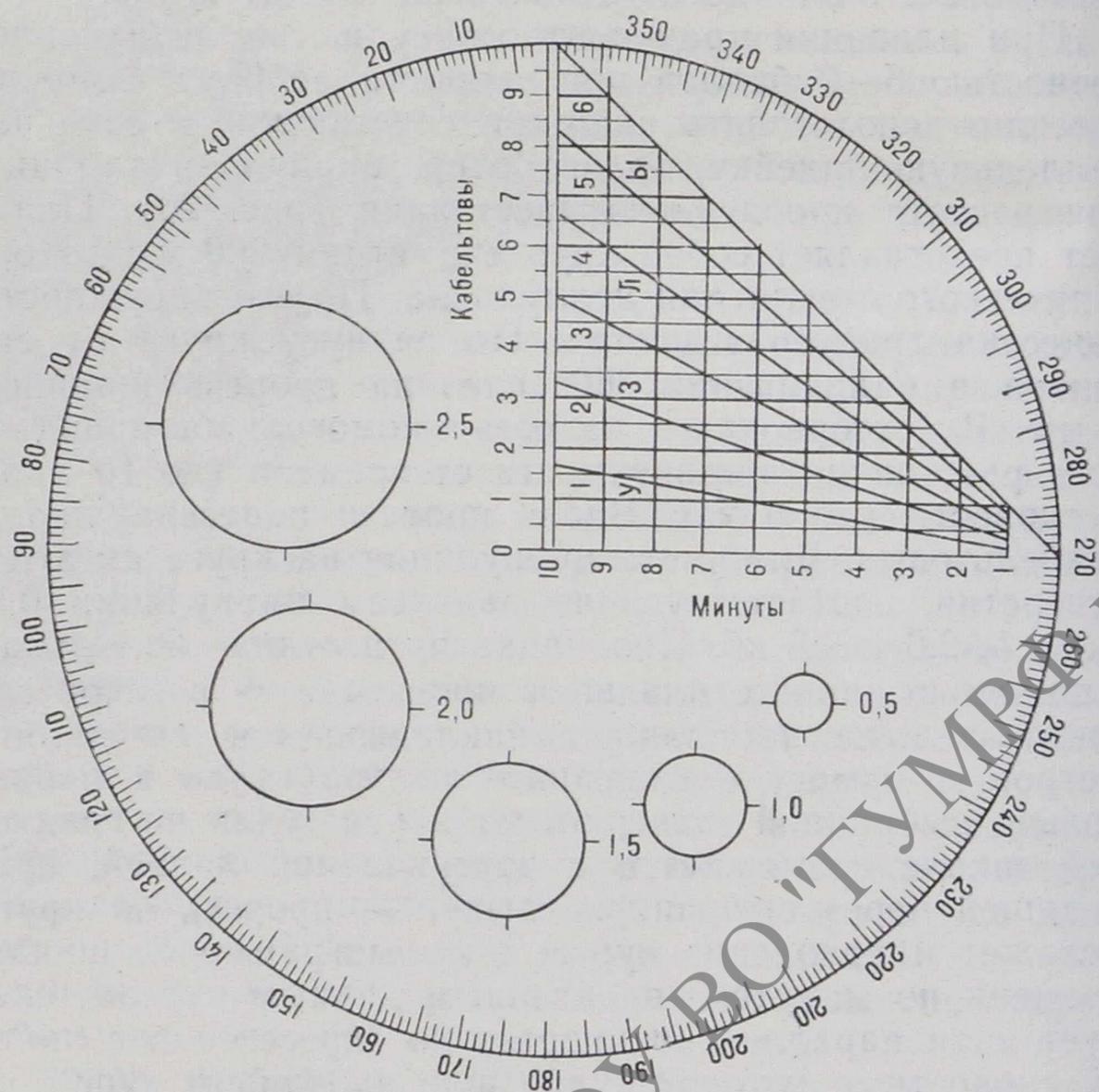


Рис. 20. Планшет для ведения прокладки пути судна при плавании во льдах

Как показал опыт, использование данного планшета значительно облегчает работу штурмана, сокращая время расчетов генерального курса и пути в 2—3 раза. Планшет можно изготовить самостоятельно по образцу в масштабе радиуса 1 кб в 1 см.

Необходимым условием безаварийного судовождения во льдах является знание скорости судна в любой момент времени. При ледовом плавании вдоль побережья в условиях постоянного радиолокационного и визуального контакта с берегом имеется возможность определить место судна с круговой ошибкой 1—4 кб. При отсутствии такого контакта, а также ненадежности радиотехнических средств возникает проблема измерения скорости судна во льдах. Знание скорости важно и при пятиминутном счислении пути судна во льдах, когда требуется корректировка глазомерных определений скорости уточненными данными.

В ходе практики ледового плавания выработан ряд способов определения скорости судна во льдах. Одним из основных принципов является измерение промежутка времени, за которое судно проходит определенное расстояние (базу). В качестве базы используется вся длина судна. Определение скорости судна этим способом происходит таким образом: впереди по курсу выбирается какая-либо приметная льдина; когда эта льдина поравняется с форштевнем, включается секундомер; когда льдина поравняется со срезом ахтерштевня, секундомер останавливается; по пройденному расстоянию  $L$  (длине судна) и времени его прохождения  $t$  определяется скорость судна.

Для упрощения этих расчетов можно составить таблицу, на основании которой по времени прохождения длины данного конкретного судна получают скорость движения. Иногда для определения скорости движения судна в узлах используют соотношение  $2L/t$ , точность которого вполне удовлетворительная — 0,1 уз.

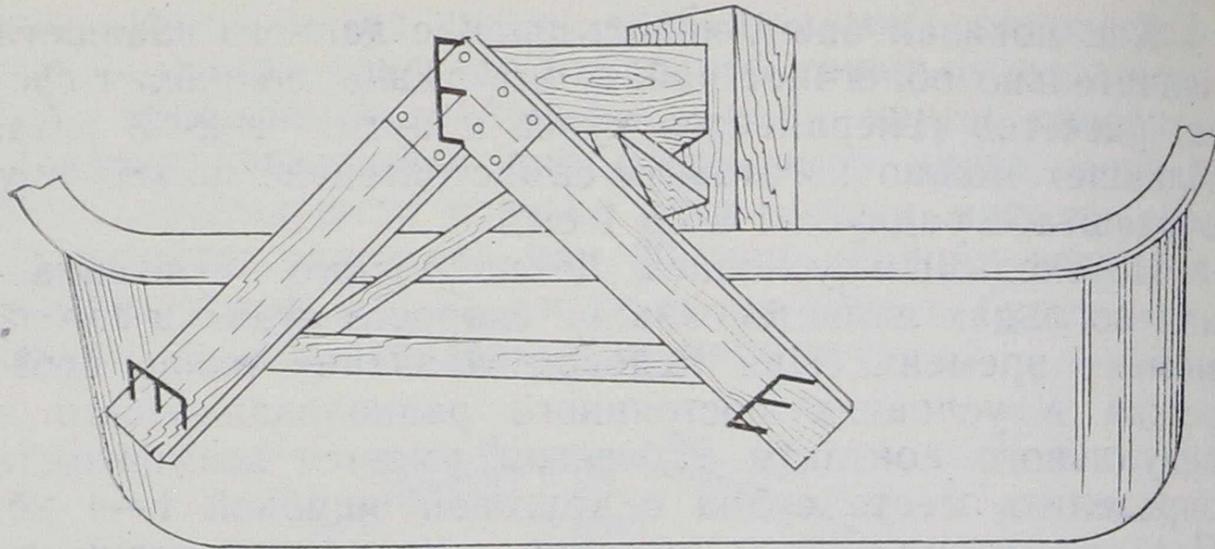


Рис. 21. Общий вид визиров на борту судна для определения скорости хода во льдах

Чтобы избежать ошибок в определении начала или конца измерения скорости, на судах ледового плавания снаружи крыльев мостика по каждому борту устанавливаются визиры (рис. 21). Порядок определения скорости судна по визирам аналогичен изложенному выше с той лишь разницей, что вместо длины судна определяется расстояние между визирными линиями, отсекающими отрезок пути на льду на уровне действующей ватерлинии. Следует только учитывать, что мерное расстояние зависит от осадки судна, поэтому целесообразно иметь таблицу мерных расстояний между визирными линиями с учетом загрузки судна.

В практике ледового плавания для определения скорости судна используются радиолокационные станции. Однако для получения достаточной точности измерений при использовании РЛС необходимо удержание судна на курсе, что при плавании во льдах не всегда возможно. Кроме того, на экране РЛС трудно идентифицировать выбранную отметку вследствие однообразия изображения льда. При использовании РЛС для определения скорости судна наиболее удобен и точен спо-

соб, когда отметка на экране выбирается на курсовых углах 0 или 180°. На 5-мильной шкале этот способ дает удовлетворительные результаты. При выборе отметки вблизи траверзных курсовых углов (рис. 22) можно использовать следующее простое соотношение:

$$V = k \frac{D}{t}$$

где  $D = \frac{D_1 + D_2}{2}$  — дистанции (мили) в моменты взятия

пеленгов до и после траверза при равенстве углов между этими пеленгами и траверсами пеленгом;  $t$  — время между замерами дистанции, мин;  $k$  — коэффициент пропорциональности, значения которого приведены ниже ( $\alpha$  — угол между пеленгами до и после траверза).

$\alpha^\circ$	30	40	50	60	70	80	90
$k$	31	41	50.6	60	68.8	77	85

Для измерения скорости судна во льдах могут использоваться индукционные лаги, отличительной особенностью конструкции которых является приемное устройство, не выступающее за корпус судна. Последнее обстоятельство имеет большое значение в условиях ледового плавания. Следует только помнить, что индукционные лаги проектировались как измерители относительной скорости для плавания по чистой воде, поэтому в условиях ледового плавания при определении скорости судна возможны погрешности, вызванные изменением поля скоростей обтекания приемного устройства, намагниченности корпуса судна (влияние ударов о лед), магнитной проницаемости среды и др. Эти явления недостаточно пока изучены, и опыт использо-

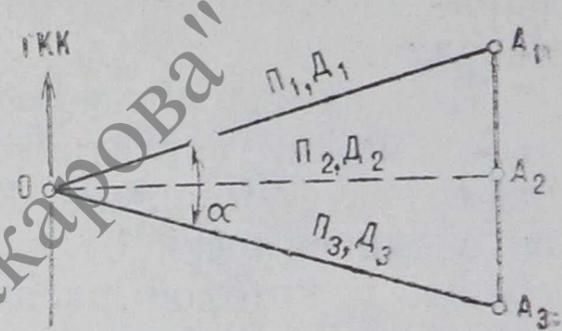


Рис. 22. Движение отметки на экране РЛС вблизи траверзных курсовых углов при постоянном курсе судна

вания индукционных лагов при плавании во льдах еще невелик.

Для измерения скорости судна во льдах перспективными можно считать лаги, работа которых основана на эффекте Допплера. Как известно, доплеровские лаги в зависимости от диапазона используемых частот и среды, в которой распространяются излученные и отраженные колебания, делятся на гидроакустические и радиолаги.

Работа первых из них основывается на измерении скорости сигнала, отраженного от морского дна, вторых — сигнала, отраженного от поверхности воды или льда. Эти особенности и определяют возможности их применения при плавании во льдах. Чтобы защитить антенны гидроакустических лагов от ударов о лед, антенны размещают внутри корпуса без выреза обшивки. На ледоколах типа «Капитан Сорокин» гидроакустические антенны, не выступающие за обшивку корпуса, защищены перфорированными пластинами. Следует помнить также, что попадание льда под корпус судна может вызвать рассеивание мощности сигнала гидроакустического лага (а значит, ошибку в определении скорости судна, а при использовании доплеровского радиолага во льдах при смене подстилающей поверхности (лед — вода) из-за смещения спектра частот отраженных колебаний возникает дополнительная ошибка (около 7%).

#### ЛЕДОВОЕ ПЛАВАНИЕ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

**Плавание в условиях ограниченной видимости.** Наибольшие сложности возникают при плавании во льдах в условиях ограниченной видимости, т.е. во время тумана, мглы, снегопада, в темное время суток. В этих

случаях судоводителям целесообразно придерживаться следующих основных правил:

самостоятельное плавание транспортного судна через ледовую зону при ограниченной видимости следует предпринимать при условии, что по прогнозу в ближайшее время не ожидается улучшения видимости и ухудшения ледовых условий;

плавание транспортного судна при ограниченной видимости имеет смысл при наличии на пути судна равномерно распределенного редкого льда или мелкобитого льда сплоченностью 4—6 баллов;

скорость движения при ограниченной видимости, особенно в густом тумане, надо снижать до малой; нельзя значительно уклоняться от избранного генерального курса; в противном случае судно рискует зайти в лед, из которого будет трудно выбраться даже после улучшения видимости;

при плавании в безлунную ночь нецелесообразно включать прожектор, так как при отсутствии тумана лед отчетливо выделяется на темном фоне воды и неба; необходимо всегда вести систематическое наблюдение за льдом с помощью радиолокатора.

Каждый судоводитель должен учитывать особенности оценки льда по РЛС:

радиолокатор позволяет определять только приближенную качественную характеристику ледовой обстановки в радиусе примерно 2—3 мили;

выбор пути во льдах по радиолокатору можно осуществлять при сплоченности льда до 8—9 баллов;

точность определения сплоченности льда по радиолокатору составляет 1—2 балла при использовании самых крупномасштабных шкал;

на экране радиолокатора не просматриваются большие снежицы, молодой лед (за исключением блинчатого), гладкие ледяные поля;

оценка сплоченности льда по радиолокатору зависит от размеров льдин и расстояний до них — с повышением количества битых форм льда сплоченность возрастает, по мере увеличения расстояния до наблюдаемых льдов число деталей, изображенных на экране, уменьшается;

на дальность радиолокационного обнаружения льдов отрицательно влияют осадки — дождь, снег, туманы.

Выбор рабочей шкалы станции при плавании во льдах зависит от конкретных условий, в которых находится судно. В основном используются 1,5- и 5-мильные шкалы. К их выбору надо подходить творчески, ставя себе задачу получить с помощью станции информацию о тех элементах ледовой обстановки, о которых информации в данный момент не имеется: в одном случае это может быть ближняя перспектива движения, в другом — классификация или определение балльности льда.

**Плавание вблизи берегов.** Ледовое плавание в ряде случаев предпочтительнее осуществлять ближе к берегу по безопасным для данного судна глубинам, так как, например, в летний период в высокоширотных районах прибрежные акватории очищаются ото льда быстрее, чем мористые, и здесь формируется прибрежная полынья, которая вполне пригодна для самостоятельного плавания транспортных судов. Образованию прибрежной полыньи способствуют отжимные ветровые потоки и сопутствующая им адвекция тепла, сток талых вод с берега, тепловое и динамическое воздействие речных вод, особенно крупных рек. Хорошо выраженные в прибрежной зоне сгонно-нагонные и приливо-отливные течения определяют повышенную динамику льда, способствуют увеличению количества битых льдов, последние же наиболее проходимы для транспортных судов.

К этому следует добавить, что в высокоширотных районах, характеризующихся повышенной повторя-

мостью многолетних или сильнооторошенных льдов, наличием ледяных островов и айсбергов, на глубинах 7—15 м появляются стамухи. Они как бы образуют своеобразный барьер, принимающий на себя напор дрейфующих льдов со стороны моря; между стамухами и берегом образуется зона чистой воды или редких битых льдов. Как показывает опыт, подобные прибрежные разрежения весьма удобны для плавания транспортных судов, причем нередко при воздействии нажимных ветровых потоков. Примечательно, что в это же время мористее мощные ледоколы с трудом пробивают себе путь в условиях сжатия льда.

В случае нецелесообразности дальнейшего движения стамухи успешно используются для защиты судна от воздействия льдов, напорающих со стороны моря. Для этого выбирается наиболее массивная стамуха, надежно сидящая на грунте, менее подтаявшая и размытая водой в подводной части (необходимо, чтобы центр тяжести ее не оказался ниже уровня воды, в противном случае она перевернется). Находясь под укрытием стамухи, следует однако помнить, что при длительных нагонных ветрах уровень воды может существенно повыситься и стамуха, всплывая под воздействием напора льда, начнет перемещаться в сторону берега. Амплитуда колебаний уровня моря в высокоширотных районах сравнительно небольшая, поэтому опасность для судна быть выжатым на прибрежную отмель очень невелика. При перемещении стамухи к берегу главное — своевременно начать отход судна вместе с нею.

Прибрежное ледовое плавание требует учета возможного влияния очертаний берега и отмелей на распределение льда, поэтому необходимо помнить следующее:

в северных широтах при наличии берегового течения лед преимущественно разрежается у левых берегов по ходу течения и спланивается у правых берегов (в южном полушарии — наоборот);



при плавании в узкостях с попутным течением следует держаться левого берега, а при встречном течении — правого (это повышает вероятность встречи с более разреженными льдами);

вследствие неравномерности скорости вдольберегового течения у мысов, далеко выдающихся в море, здесь повышается вероятность разрежения льда;

при нажимных ветрах мысы, далеко выдающиеся в море, принимают на себя основной напор льдов, поэтому между такими мысами вблизи берегов правомерно ожидать некоторого разрежения льдов; вследствие этого при тяжелой обстановке целесообразно идти между такими мысами ближе к берегу, насколько это позволяет осадка судна;

вблизи от побережья «плешины» чистой воды или редкого льда среди сплоченного льда могут быть признаком отмелей, поэтому подходить к таким местам следует с особой осторожностью;

отдельные крупные льдины у побережья, не имеющие явных признаков движения, указывают на возможное наличие банки в этом районе (следует принять дополнительные меры предосторожности).

Следует подчеркнуть, что перечисленные выше закономерности носят лишь вероятностный характер и могут не проявляться в реальной ситуации, если, скажем, влияние какого-либо другого фактора оказывается более весомым. При наличии вдольберегового течения лед у левых берегов может и не разрежаться, если эти берега находятся под воздействием сильных нажимных ветровых потоков.

Особенно внимательны и осторожны должны быть судоводители при прибрежном ледовом плавании в условиях сжатия льда. Наряду со многими преимуществами прибрежное плавание имеет один серьезный недостаток — нажимные ветровые потоки увеличивают силу

сжатия льда по мере приближения к берегу. Поэтому предпринимать прибрежное плавание, когда на близком расстоянии от трассы завис сплоченный массив льда, можно только при благоприятном ледовом или метеорологическом прогнозе. Если же судно застигнуто под берегом сильным нажимным дрейфом льда с моря, необходимо оперативно укрыться под защиту излучин берега, островов, банок, наконец, стамух. В крайнем случае нужно попытаться пробиться через льды в наветренном состоянии дальше от берега. При этом целесообразно, чтобы между судном и берегом осталась полоса льда («подушка»), которая по своей ширине обеспечивала бы судно от выжимания на грунт. Если «подушка» уперлась в отмель на недопустимых для судна глубинах и продолжает уплотняться, а отжимные ветры не ожидаются, следует запросить ледокольную помощь.

Изложенное ни в коей мере не означает, что надо опасаться прибрежного ледового плавания. Его необходимо широко практиковать, внимательно анализируя фактические и прогностические данные о ледовой и метеорологической обстановке. Условия плавания во льдах более мористыми трассами менее благоприятны, так как здесь сжатия льда могут возникнуть при ветрах всех направлений. Использование же прибрежной трассы позволяет чередовать быстрое продвижение судна при отжимном ветре со стоянками при нажимном ветре. Подобная тактика в основном обеспечивает продвижение вперед судна любого ледового класса, вопрос только во времени, которое будет затрачено на прохождение того или иного участка трассы. Последнее же зависит от соотношения продолжительности и силы действия нажимных и отжимных ветровых потоков.

Сказанное относительно ветровых сжатий льда справедливо в полной мере и для плавания судна в районах с хорошо выраженными приливо-отливными явлениями.

Совершая плавание вблизи берега по малым глубинам при наличии плохой видимости, целесообразно придерживаться следующих правил:

идти малым ходом и лишь при полной уверенности в безопасности движения увеличивать скорость движения;

дать судну небольшой дифферент на нос, что в случае посадки на грунт позволит, откачав воду, самостоятельно сняться с мели;

при возможности чаще определять место судна, активно используя и радиолокатор;

весьма эффективно использовать радиолокационную картосличительную приставку, обеспечивающую при хороших условиях радиолокационной ориентировки уверенный выбор оптимального варианта пути.

Трудно разработать правила прибрежного ледового плавания применительно ко всем случаям. Многие зависят от природно-географических особенностей того или иного района прибрежного ледового плавания. Ответы на некоторые из вопросов можно найти в соответствующих лоциях.

**Плавание в молодых льдах.** Самостоятельное плавание транспортного судна в осенне-зимний период может проходить в молодых льдах. При этом различают два принципиально различных вида плавания: переход судна по акватории, на которой располагаются только молодые льды; переход судна через зону молодых льдов с включением остаточных, т.е. невытаявших за летний период льдов. Первый вид плавания характерен для всех замерзающих акваторий Мирового океана, второй — только для высокоширотных районов.

Решение о самостоятельном плавании транспортного судна принимается в зависимости от его ледопроницаемости, т.е. предельной толщины молодого льда, в котором судно способно передвигаться безостановочно



Рис. 23. Схема типичного профиля дрейфующего льда в стационарной заприпайной полынье

со скоростью 1,5—2,0 уз. Этот показатель может различаться даже у судов одной и той же ледовой категории. Скажем, у судов типа «Амгуэма» и «Норильск», относящихся к классу УЛА, ледопроницаемость составляет соответственно 0,5 м и 1,0 м. Однако при решении вопроса о самостоятельном плавании нельзя ограничивать район и время плавания в точном соответствии с этими толщинами, т.е. максимальной ледопроницаемостью. Следует также учитывать способность молодых льдов наслаиваться и тороситься и тем самым увеличивать толщину льда. Достаточно сказать, что, например, толщина ниласа после многократного наслаения буквально на глазах может возрасти до 60—80 см. Такой лед даже некоторые ледоколы преодолевают с большим трудом.

В период ледообразования наиболее предпочтительным вариантом для самостоятельного плавания судна является прибрежное: непосредственно вдоль берега по доступным глубинам или (если образовался припай) по заприпайной полынье. Это правило справедливо при условии, что плавание протекает обязательно при от-

жимных ветровых потоках — и фактических, и прогностических. Подобная тактика плавания особенно эффективна в тех прибрежных или заприпайных зонах, где в осенне-зимний период преобладают отжимные ветровые потоки. В результате их постоянного воздействия в этих зонах непосредственно за кромкой припая происходит непрерывное обновление молодых льдов за счет их выноса в море (рис. 23). Эти зоны именуются стационарными заприпайными полыньями. Анализ многолетних ледовых наблюдений показывает, что в ряде районов Мирового океана стационарные заприпайные полыни формируются на большом протяжении и устойчиво сохраняются в течение почти всего осенне-зимнего периода. Классический пример стационарной заприпайной полыни — Великая Сибирская полыня, из года в год формирующаяся на большом протяжении в море Лаптевых.

Особую сложность представляет самостоятельное плавание судна в молодых льдах с включением остаточных льдов. Причин здесь несколько. Во-первых, остаточный лед, будучи до ледообразования вполне проходным для судов, крепко сковывается, можно сказать, «цементируется» молодым льдом. Во-вторых, остаточный лед, охлаждаясь, прессуясь, приобретает «зимнюю» прочность. Сплав молодых и остаточных льдов принято называть сморозами. Вследствие своей эластичности и скопления снега на них сморозы преодолеваются судами с большим трудом. В-третьих, снег на поверхности сморозей маскирует характеристики льда, что затрудняет выбор благоприятного пути.

Самостоятельное плавание судна в зоне сморозей можно предпринимать, на наш взгляд, лишь тогда, когда к этому вынуждают обстоятельства. Лучше же в таких ситуациях обратиться за ледокольной помощью. Если же решение о таком плавании принято, то следует учитывать опасность вмерзания судна в сморозах

при интенсивном ледообразовании. Чтобы предотвратить это, целесообразно анализировать суточный ход температуры воздуха и воды. При существенном суточном нарастании льда нельзя терять времени на остановки (например, на ночевки), если судно способно преодолеть лед по пути своего следования.

Следует отметить, что плавание во льдах в осенне-зимний период принципиально отличается от плавания в летний период. В осенне-зимнее время в связи с возрастанием общего количества льда в море и увеличением повторяемости сильных ветров активнее динамика льда, более часты сжатия ледяного покрова. В этих условиях, к которым добавляются еще повышенная прочность льда, снегопады, метели и возросшее число часов темного времени суток, от судоводителя требуется предельное внимание и напряжение сил, ему понадобится весь его накопленный опыт.

Глава 3  
ПЛАВАНИЕ СУДОВ  
ПОД ПРОВОДКОЙ ЛЕДОКОЛОВ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основным видом ледового плавания является плавание судов за ледоколами — судами, специально предназначенными для разрушения ледяного покрова и проводки транспортных судов во льдах. Предназначение ледокола определяет основные конструктивные его черты: мощную и высокоманевренную энергетическую установку; специальные обводы корпуса; высокую местную и общую прочность корпуса (особенно в оконечностях); прочные винты и руль; специальные средства (буксирное хозяйство, вертолеты и др.); специальные системы (кренную, дифферентную, пневмообмыв и др.); высокую автономность и живучесть.

Официальная классификация ледоколов в нашей стране длительное время отсутствовала, хотя на практике применялись их обозначения по отдельным конструктивным признакам («русский», «американский», «финский»), району плавания (морской, портовый, озерный, речной), назначению (ледоколы-лидеры, линейные и вспомогательные ледоколы). В соответствии с классификацией 1981 г. по Регистру СССР для ледоколов предусмотрены четыре ледовые категории — ЛЛ1, ЛЛ2, ЛЛ3 и ЛЛ4 (табл. 18).

Наша страна располагает тремя ледоколами категории ЛЛ1 («Леонид Брежнев», «Сибирь», «Россия»),

четырьмя ледоколами категории ЛЛ2 («Ленин», «Ермак», «Красин», «Адмирал Макаров»), девятью ледоколами категории ЛЛ3 («Москва», «Ленинград», «Мурманск», «Киев», «Владивосток», «Капитан Сорокин», «Капитан Николаев», «Капитан Драницын», «Капитан Хлебников») и шестью ледоколами категории ЛЛ4 мощностью более 7360 кВт («Капитан Белоусов», «Капитан Воронин», «Капитан Мелехов», «Мудьюг», «Диксон», «Магадан»). Перечисленные ледоколы с учетом их возможностей и потребности в ледокольной проводке используются в различных районах замерзающих морей СССР.

Прежде чем рассмотреть особенности плавания судна под проводкой ледокола, сделаем важное вводное замечание. Каждый капитан транспортного судна, нуждающегося в проводке ледоколом, должен помнить, что единственным нормативным актом, регулирующим ледокольную проводку, являются приведенные ниже Правила для судов, проводимых ледоколами через лед, утвержденные Наркомводом в 1932 г. и уточненные в 1966 г.

§ 1. Требование о проводке судов через лед должно быть направлено в порту начальнику порта, а в море — капитану ледокола.

§ 2. На судне, подлежащем проводке, должны находиться в пределах требований морской практики достаточный для перехода во льдах запас топлива и продовольствия, деревянные брусья, быстросхватывающийся цемент, пластырь, маты и т. п.; водоотливные средства и радиоустановка должны быть в исправности; судно должно иметь удостоверения правительственных учреждений или классификационных обществ о годности судна к плаванию. При невыполнении всех этих условий судну может быть отказано в ледокольной проводке.

Таблица 18. Современная классификация ледоколов по Правилам Регистра СССР 1981 г.

Ледовая категория ледокола	Условия эксплуатации и требования к энергетическим установкам
ЛЛ1	Выполнение всех видов ледокольных работ в арктических морях по прибрежным и высокоширотным заприпайным трассам в течение всего года; может продвигаться в сплошном ледяном поле толщиной более 2,0 м; суммарная мощность на гребных валах свыше 68 тыс. кВт.
ЛЛ2	Выполнение всех видов ледокольных работ в арктических морях в летний период самостоятельно, а в зимний период — по прибрежным трассам; может продвигаться в сплошном ледяном поле толщиной менее 2,0 м; суммарная мощность на гребных валах от 22 тыс. кВт до 68 тыс. кВт.
ЛЛ3	Выполнение всех видов ледокольных работ в неарктических замерзающих морях, мелководных и устьевых участках рек, впадающих в арктические моря, в зимний период самостоятельно, а также в арктических морях по прибрежным трассам в течение всего года совместно с ледоколами высших категорий; может продвигаться в сплошном ледяном поле толщиной до 1,5 м; суммарная мощность на гребных валах от 11 тыс. до 22 тыс. кВт.
ЛЛ4	Выполнение всех видов ледокольных работ в портовых и припортовых акваториях в течение всего года самостоятельно, а также в неарктических замерзающих морях в зимний период совместно с ледоколами высших категорий; может продвигаться в сплошном ледяном поле толщиной до 1,0 м; суммарная мощность на гребных валах менее 11040 кВт.

§ 3. Всякое судно, нуждающееся в проводке ледоколом, должно ожидать прибытия последнего и не идти без ледокола в лед.

§ 4. Время и порядок следования судов через лед, а равно и число проводимых судов определяются в порту начальником порта, а в море — капитаном ледокола.

§ 5. Капитаны судов, следующих во льду за ледоколами, обязаны подчиняться приказанию капитана ледо-

кола, касающимся движения во льду, и действовать, сообразуясь с ними. Своими действиями капитаны судов обязаны помогать капитану ледокола для совместного быстрого и безаварийного прохождения ледовой зоны.

§ 6. Суда, идущие за ледоколами, не должны обгонять друг друга.

§ 7. Суда, идущие за ледоколами, должны быть готовы дать немедленно полный ход назад. Когда судно начнет двигаться назад, следует иметь руль в положении «Прямо».

§ 8. Суда, идущие во льду на буксире ледокола, не должны давать своей машине хода вперед без приказа капитана ледокола. Они должны быть постоянно готовыми отдать буксир по первому требованию капитана ледокола, а также дать полный ход назад.

§ 9. В первую очередь проводятся суда военные, почтово-пассажирские и суда с таким грузом, относительно которого сделаны особые указания о срочности, а затем все остальные суда в порядке очереди прибытия их к кромке льда или готовности к выходу из порта.

§ 10. В случае аварии на судне, следующем за ледоколом, оно обязано поднять сигнал бедствия по Международному своду сигналов (МСС). Если судно получит во льду какое-либо повреждение или течь, капитан судна и экипаж должны немедленно принять меры к ликвидации его и одновременно сообщить капитану ледокола по радио или иными средствами связи о повреждении.

§ 11. Суда, следующие за ледоколом во льду, обязаны руководствоваться международными сигналами.

§ 12. В случае неисполнения распоряжения капитана ледокола капитаном судна, которое идет под проводкой данного ледокола, капитан ледокола вправе отказать в проводке впредь до исполнения приказаний.

§ 13. Ни ледокол, ни владелец ледокола, ни фрахтователь не несут имущественной ответственности за повреждения и другие убытки, могущие быть причиненными проводимому судну во время и вследствие проводки через лед и связанных с этой проводкой маневров.

§ 14. Торговые суда всех флагов пользуются бесплатно услугами ледоколов при проводке от кромки льда в порт к причалу и из порта в море, а равно для буксировки во время проводки, если эта буксировка будет признана необходимой капитаном ледокола. Перешвартовка судов, связанная с осуществлением погрузочно-разгрузочных операций, бункеровкой, вводом в док и т. п., производится за отдельную плату.

§ 15. Всякое судно, воспользовавшееся ледоколом для проводки через лед, этим самым изъявляет согласие на подчинение постановлениям настоящих правил.

Ответственность сторон — капитанов ледокола и судна — в этих «Правилах» оговаривается в § 12 и 13.

По точному смыслу Правил ледокол не отвечает за причиненный ущерб проводимому судну даже в том случае, когда повинен в этом, разумеется, если нельзя утверждать, что ущерб причинен умышленно. Капитан судна обязан выполнять распоряжения капитана ледокола. Все ли? Во всех ли случаях? Вопросы непростые с правовой точки зрения. Однако однозначного ответа на них дать невозможно по той причине, что выбор безопасной скорости судна и дистанции между судами при плавании за ледоколом равносильно решению уравнения со многими неизвестными. Нужно учитывать и тактико-технические данные ледокола и проводимых судов, и ледовую квалификацию судоводителей на ледоколе и транспортном судне, и все многообразие характеристик льда, и условия видимости. Нельзя забывать и о том, что резкий рост мощности линейных ледоколов привел к определенному несоответствию возможностей ледоколов и транспортных судов при плавании во льдах: с од-

ной стороны, 55200 кВт и 45 мм корпуса, с другой — 1472 кВт и 12 мм корпуса. Не случайно поэтому на одном из совещаний по ледовой аварийности судоводитель заметил, что плавание в море — риск, во льдах — двойной риск, за ледоколом — тройной риск.

Эта проблема нашла отражение в дискуссии о скорости проводки во льдах, которая в последнее десятилетие на различных совещаниях разгорается между капитанами ледоколов и транспортных судов. В определенной степени это объясняется тем, что нет единого подхода к оценке работы во льдах ледокола и транспортного судна. Для ледоколов с целью материального поощрения их экипажей приняты нормативы ледовых скоростей, хотя и несовершенные. Для транспортных судов же нормативы ледовых скоростей отсутствуют, т. е. продолжительность их ледового плавания не регламентируется и устанавливается по фактическим затратам времени. В результате скорость каравана нередко еще назначает не капитан ледокола, ответственный за сроки и безопасность движения всего каравана, а зависит она от решения капитана одного из транспортных судов. Не случайно поэтому скорости движения каравана порой замедляются. Происходит это как по объективным, так и субъективным причинам: либо опытный капитан транспортного судна, хорошо зная неблагоприятное техническое состояние своего судна, отказывается следовать заданной капитаном ледокола скоростью; либо судоводитель, не имеющий достаточного опыта ледового плавания, снижает скорость своего судна по соображениям перестраховки.

Но бывают ситуации, когда капитан ледокола, стремясь использовать мощность своего ледокола, осуществляет проводку каравана на повышенных скоростях. В этом случае беды трудно миновать: если скорость каравана 10—12 уз, а дистанция 1 кб и соизмерима с длиной судна, то при непредвиденных обстоятельствах опера-

тивно остановить такое судно невозможно. Конечно, в известных пределах повышать скорость ледокола необходимо — на скорости до 6 уз ледокол плохо управляется, массивные льдины бросают его из стороны в сторону, канал получается неудобный для прохода судов. Однако нередко капитаны ледоколов, задавая высокую скорость каравану, забывают о том, что чем ближе к его «хвосту», тем труднее транспортному судну выдерживать заданную скорость: в канал начинают заплывать крупные льдины, и поневоле судоводителю транспортного судна приходится гасить скорость.

Все это свидетельствует о том, что в условиях ледового плавания взаимоотношения судоводителей транспортного судна и ледокола носят очень непростой характер. Не случайно в последнее время было выдвинуто предложение о подключении к проводке караванов специальных ледовых лоцманов, которые бы регулировали отношения судоводителей судна и ледокола при определении скорости судна и дистанции. Такое предложение не было принято, так как лоцман не нес бы никакой ответственности за результаты проводки, но сам по себе этот факт наглядно иллюстрирует всю сложность взаимоотношений судоводителей. Конечно, многое зависит от капитанов ледоколов, которые должны формировать морально-психологический климат, помогающий совместной нелегкой работе в караване. К сожалению, это происходит далеко не всегда. Не случайно поэтому капитаны судов положительно отзываются об одних капитанах ледоколов и не всегда лестно — о других.

Необходимо подчеркнуть исключительную значимость капитана ледокола и его вахтенных помощников в осуществлении ледокольной проводки транспортных судов. Безусловно, их авторитет в вопросах ледового плавания должен быть непререкаемым, ибо их знания и опыт работы во льдах несоизмеримо больше, чем у судоводителей транспортных судов. Успешность же любой

ледокольной проводки зависит прежде всего от опыта не ледокольщиков (у них его не занимать), а судоводителей транспортного судна. Вот почему иногда приходится наблюдать, как какое-нибудь маломощное, не приспособленное для работы во льдах судно ходит за ледоколом лучше, чем судно, имеющее ледовый класс. В этом проявляется различный уровень «ледовой» квалификации судоводителей транспортных судов. Чтобы таких случаев становилось все меньше и меньше, судоводители должны хорошо знать основные приемы работы во льдах под проводкой ледокола. Причем необходимо знать и приемы ледокольщиков. Тогда судоводитель транспортного судна сможет разговаривать с ними «на одном языке», а это непременно улучшит взаимодействие между ними. Об этих приемах и пойдет речь в данной главе.

#### ФОРМИРОВАНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ КАРАВАНА

Ледоколы проводят суда через льды, как правило, караваном — группой судов, объединенных для ледовой проводки. Проводка одиночных судов практикуется только при исключительно сложных ледовых условиях или малом судопотоке. Принято различать простые и сложные караваны. Первые проводятся одним ледоколом, вторые — несколькими, причем один из ледоколов, ведущий, прокладывает канал во льдах, а остальные ледоколы считаются вспомогательными. Они занимают место в караване по указанию ведущего ледокола, обеспечивая проводку позади идущих судов, а при необходимости — около впереди идущих.

Общее руководство проводкой каравана осуществляет капитан ведущего ледокола, которому независимо от ледовой обстановки оперативно подчиняются все капитаны судов каравана. Это одно из важнейших условий скорейшей и безаварийной проводки: плавание каравана

как соединения судов невозможно без единоначалия и требует соблюдения жесткой дисциплины.

Работа судов каравана проходит по единому судовому времени, указания передаются по радиотелефону, которые на всех судах должны быть постоянно включены в режиме «прием—передача» на канале, назначаемом капитаном ледокола. Все суда должны в порядке номеров их мест в караване репетовать команды с ведущего ледокола. Чтобы обеспечить капитану ледокола уверенное маневрирование, репетование сигналов должно быть немедленным и четким, особенно в отношении сигнала ледокола об изменении скорости судна и дистанции. Команда «Внимание, застрял» обязательно дублируется звуковым или световым сигналом, а лучше обоими сразу. Во время проводки все разговоры по радиотелефону, не имеющие непосредственного отношения к движению каравана, не допускаются. Все судоводители должны знать наизусть однобуквенные сигналы для связи между ледоколом и проводимыми судами. Полезно поэтому на ходовых мостиках на видном месте повесить таблицы сигналов, применяемых при проводке каравана. Звуковые сигналы, предусмотренные МППСС—72 при плавании во время тумана, мглы или снегопада, подаются судами только по указанию капитана ведущего ледокола.

При подходе транспортного судна к району возможных ледокольных операций его капитан должен получить от центра, руководящего ледовыми операциями, сведения о месте формирования каравана и название ведущего ледокола. После этого он устанавливает связь с капитаном ведущего ледокола и в дальнейшем выполняет его указания. Как правило, место для сбора судов выбирается на чистой воде в непосредственной близости от кромки льда с учетом обеспечения навигационной безопасности. Капитан ледокола, принимая суда для проводки, знакомится с их тактико-техническими дан-

ными и фактическим техническим состоянием, интересуется «ледовым» опытом капитанов судов и при необходимости их инструктирует.

Число судов каравана устанавливает капитан ведущего ледокола в зависимости от прогнозируемой метеорологической и ледовой обстановки, особенностей района плавания, типа и состояния судов и вспомогательных ледоколов, опыта судоводителей. Основным критерием являются ледовые условия на предполагаемом пути следования, поэтому капитан ведущего ледокола должен грамотно оценить состояние льда на трассе. Если данные о распределении льда устарели или отрывочны, он заказывает самолетную ледовую разведку или поднимает в воздух свой вертолет. В особо сложных ледовых условиях, когда ледовая обстановка по курсу следования каравана неясна, разведка льда производится корпусом ледокола. После этого можно приступить к формированию каравана.

При решении этой задачи капитан ледокола исходит из того, что скорость движения каравана тем меньше, чем больше сплоченность, толщина и торосистость льда; крупнее его формы; меньше разрушенность льда; хуже видимость; больше судов в караване; меньше их приспособленность к плаванию во льдах. Одно перечисление факторов, от которых зависят размеры каравана, наглядно показывает, насколько сложен этот вопрос. До сих пор не разработаны четкие и однозначные критерии его решения с учетом всей совокупности факторов, и сделать это весьма непросто. Следует добавить, что для каждого типа ледокола нужны свои критерии, причем для летнего и осенне-зимнего сезона они будут различны. Формируя караван, капитан ведущего ледокола определяет количественный состав каравана, опираясь на различного рода закономерности (типа показанных в табл. 19) и сообразуясь с конкретной обстановкой на основе сво-



Таблица 19. Возможная нагрузка на один ледокол при проводке судов во льдах сплоченностью 9—10 баллов при наличии сжатий в зависимости от толщины льда и ледового класса судна

Число судов	Ледовая категория ледокола	Толщина льда, см, для судов категории					
		УЛА		УЛ		ЛЛ	
		Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима
1	ЛЛ1	200	100	182	87	168	65
	ЛЛ3	180	80	162	68	150	58
2	ЛЛ1	165	70	152	60	138	43
	ЛЛ3	150	58	135	45	120	38
3	ЛЛ1	135	47	122	38	110	29
	ЛЛ3	120	35	110	25	90	20
4	ЛЛ1	105	25	95	20	83	15
	ЛЛ3	90	18	82	10	65	8

его опыта. При решении этой задачи определяется число судов исходя из того, что общая длина каравана должна соответствовать длине канала, остающегося за ледоколом. Канал же начинает закрываться льдом по мере прохождения ледокола, причем тем раньше, чем тяжелее лед и сильнее его дрейф.

Назовем некоторые общие правила, которых целесообразно придерживаться при формировании ордера каравана, т. е. порядка следования судов в нем:

проводка транспортных судов ледоколами осуществляется, как правило, в кильватер;

капитан ведущего ледокола должен сообщить судам, принятым под проводку, их порядковые номера в строю, дистанцию;

судам с маломощными машинами или слабым корпусом, а также судам в балласте или аварийным судам назначаются ближайшие за ледоколом места;

впереди судна со слабым корпусом ставится, как правило, судно с прочным корпусом и мощными машинами, которое будет выравнивать канал за ледоколом, очищая его от крупных льдин;

крупные суда, лишь незначительно уступающие по своей ширине ледоколу, желательно ставить первыми; замыкать караван должны суда, управляемые опытными капитанами и имеющие мощные машины, поскольку наибольшие трудности в продвижении по каналу возникают в хвосте каравана;

если ведущий ледокол с трудом прокладывает путь и вынужден форсировать отдельные перемычки льда с разбега, второй ледокол ставится непосредственно за ним;

при наличии в караване нескольких ледоколов их расстановка производится таким образом, чтобы равномерно распределить между ними нагрузку и обеспечить наиболее благоприятные условия продвижения в канале всем судам с учетом их приспособленности к плаванию во льдах.

В целом при формировании каравана целесообразно руководствоваться не только фактической, но и ожидаемой ледовой обстановкой. Например, если к месту формирования каравана одновременно подошла большая группа судов, в различной степени приспособленных к плаванию во льдах, то при неблагоприятном ледовом прогнозе следует в первую очередь включить в караван более мощные и приспособленные к ледовому плаванию суда; с дальнейшим улучшением ледовых условий можно приступить к проводке менее приспособленных к плаванию во льдах судов. При ожидаемом улучшении ледовой обстановки целесообразно, если только позволяет время, незамедлительно начать проводку более слабых судов.

Итак, караван сформирован и можно начинать вхождение судов в лед.

При приближении к кромке льда капитан ледокола уменьшает ход, чтобы суда подтянулись, и устанавливает им дистанцию при следовании в караване. Выбрав место ввода каравана в лед, ледокол, следуя при возможности малым ходом, входит вместе с судами во льды и в соответствии с ледовой обстановкой задает им скорость совместного продвижения. При волнении моря входение каравана в лед следует осуществлять с особой осторожностью, а при сильном волнении — завести суда в лед по одному.

**Дистанция между судами каравана.** Главное условие успешной ледокольной проводки — оптимальная дистанция между судами, установленная с учетом скорости движения каравана. Капитан ледокола задает скорость движения (в узлах), исходя из технических возможностей наиболее слабого судна и маневренных возможностей всех судов каравана. При выборе дистанции задача состоит в том, чтобы с максимальной эффективностью использовать канал от впереди идущего ледокола или другого судна. Непосредственно за ледоколом, как правило, всплывает мелкобитый лед, легкопроходимый для судна; если же дистанция между ледоколом и судном увеличивается, то в канале постепенно накапливаются крупные льдины, отделяющиеся от его кромок. Чем больше дистанция между судами, тем выше «засоренность» канала крупными льдинами, причем скорость «засорения» канала зависит от скорости дрейфа льда в данном районе.

Понятно, что для успешной ледокольной проводки дистанция между судами должна быть по возможности меньшей. Это с точки зрения сохранения канала. Но дистанция между судами должна быть и достаточно велика, чтобы была возможность выполнить маневр по предотвращению навалов судов, следующих в кильватер. Ис-

кусство судоводителя состоит в наиболее рациональном совмещении этих двух требований к дистанции между судами. Общий подход к решению этой задачи можно сформулировать так: дистанция между судами должна соответствовать расстоянию, на котором судно может с учетом состояния льда и своей загрузки погасить инерцию своего движения, дав с переднего полный задний ход. Иными словами, выбирая дистанцию между судами, судоводитель обязан предусмотреть, особенно при плавании в сплоченных льдах, возможность неожиданного застревания впереди идущего судна.

Судоводитель должен хорошо понимать, что поддержание заданной дистанции в караване важно не только для обеспечения движения его судна — не менее существенно обеспечение движения с указанной скоростью концевому судну, от чего зависит движение каравана.

Приведем простой пример. Допустим, в караване пять транспортных судов, если каждое из четырех превысит дистанцию на 50—70 м, то пятое концевое судно как бы «отодвинется» от ледокола на лишние 200—280 м и может оказаться за пределами следа ледокола. Это неизбежно приведет к потере скорости концевое судно или даже к застреванию его в канале. Как видим, в караване все тесно взаимосвязано, что и надо учитывать при управлении своим судном.

Какой же должна быть дистанция между судами? При решении этой задачи судоводитель может воспользоваться ледовым паспортом судна, в котором приводятся минимально допустимая и безопасная дистанция, определяемая длиной выбега судна в канале при изменении режима работы силовой установки с полного переднего хода соответственно на полный задний ход и на «стоп». Такого рода зависимости отражены на рис. 24, где приведена диаграмма определения безопасной дистанции при проводке судов типа «Волголес». Кроме того, при выборе дистанции можно руководствоваться простым соображением. Судно средних размеров (длиной 120—130 м) проходит вперед с момента перевода ма-

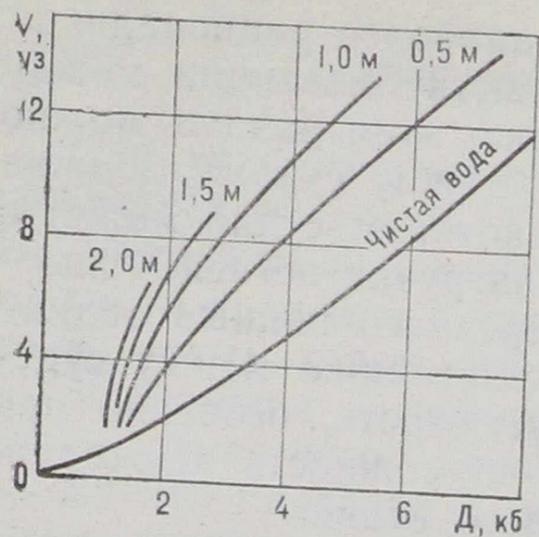


Рис. 24. Характер диаграммы для определения безопасной дистанции между судном и ледоколом при движении в дрейфующих льдах различной толщины сплоченностью 10 баллов (при режиме хода с полного переднего на «стоп»)

льдах сплоченностью 4—6 баллов целесообразно иметь дистанцию между судами в 1,0—2,5 кб, 7—8 баллов — 0,5—1,0, 9—10 баллов — до 0,5 кб. Разумеется, эти данные носят приближенный характер, так как не учитывают другие важные характеристики льда (прежде всего, скорость его дрейфа), условия видимости, конструктивные особенности и технические возможности судов.

На практике нередко судоводители недостаточно умело ориентируются в оценке фактической дистанции между судами, без чего поддерживать заданную дистанцию невозможно. Последствием такого неумения является боязнь нагнать и ударить впереди идущее судно; такой судоводитель предпочитает увеличивать дистанцию, что приводит к неизбежному отставанию. Чтобы преодолеть этот недостаток, надо постоянно упражняться в определении дистанции. Для этого во время плавания в кильватер необходимо сосредоточить внимание на различных

шины с полного переднего на полный задний ход и до момента полной остановки в среднем не более 4—5 своих длин, т. е. 2,5—3,5 кб. Это и будет максимальный предел дистанции при плавании в караване в редких льдах. Естественно, с увеличением сплоченности льда дистанция должна сокращаться, что определяется снижением скорости хода (а значит, и инерции судна) и диктуется необходимостью в максимальной степени использовать ледокольный канал. Опыт ледового плавания показывает, что во

признаках сближения или удаления впереди идущего судна, замечать, как при сближении поочередно проявляются различные детали надстройки впереди идущего судна, при отдалении они будут постепенно размываться. Такая тренировка в сочетании с использованием радиолокатора на крупномасштабных шкалах или дальномера позволит судоводителю развить свой глазомер и чувствовать себя уверенно в составе каравана.

Дистанция между судами, как уже отмечалось, тесно взаимосвязана со скоростью продвижения каравана, которая не должна превышать значений безопасно возможной скорости, позволяющей избежать ледовых повреждений корпуса судна. Сведения о безопасно возможной скорости (максимально допустимой для конкретных ледовых условий) приводятся в ледовом паспорте судна. Их следует учитывать капитану ледокола при назначении скорости каравана в зависимости от изменения условий плавания. Общий же подход заключается в том, чтобы назначать скорость каравана в соответствии с возможностями наиболее слабого судна.

**Выбор пути во льдах.** Проводка судов в редких и разреженных льдах требует от капитана ледокола соблюдения следующих основных правил:

при равномерном распределении битого льда проводка осуществляется протяженными прямыми курсами, что при хорошем ходе позволяет обеспечивать за кормой ледокола широкую полосу чистой воды;

при неравномерном распределении льда, т. е. наличии отдельных полос и пятен большей сплоченности льда, следует стремиться проводить суда по чистой воде, в обход скоплений льда;

обходить отдельные крупные льдины или скопления нужно по возможности с наветренной стороны, не прижимаясь близко к ним;

при встрече в зоне редких и разреженных льдов полосы сплоченного льда судоводитель должен выбирать

в ней самое слабое место, уменьшить скорость каравана и войти в лед под прямым углом, стремясь сохранить прямолинейность движения;

крутые повороты следует делать при выходе на разводья или в более редкий и слабый лед.

Основное требование к работе ледокола при проводке судов в сплоченных льдах — обеспечение лучших условий для прохождения судов. Это достигается умением капитана ледокола выбрать наиболее благоприятный путь во льдах, необходимую дистанцию между судами, соответствующую этой дистанции скорость, навыками правильно обходить или преодолевать препятствия на пути каравана.

Выше упоминалось о необходимости сохранения возможности прямолинейного движения. Для этого, прежде всего, нельзя забывать того, что маневренные качества ледоколов несоизмеримо выше, чем транспортных судов. Поэтому все маневры ведущего ледокола следует осуществлять не машинами, а только рулем. Это позволит избежать крутых поворотов, во время которых, как правило, застревают суда и возрастает риск получения повреждения от ударов о кромки канала. При необходимости резко поменять направление движения каравана поворот желательно делать постепенно, в несколько приемов. Судоводители проводимых судов должны заранее начинать перекладку руля, чтобы обеспечить своевременное «вписывание» судна в канал. Во многих случаях предпочтительнее не делать лишнего поворота, а разрушить встретившееся препятствие. Если же крутой поворот неизбежен, то капитан ледокола должен заблаговременно дать каравану сигнал об уменьшении хода. Капитан транспортного судна, убедившись, что судно не в состоянии развернуться, уменьшает его ход или останавливает движение. Естественно, что об этом сразу должно быть сделано уведомление всеми видами сигнализации и по радиотелефону.

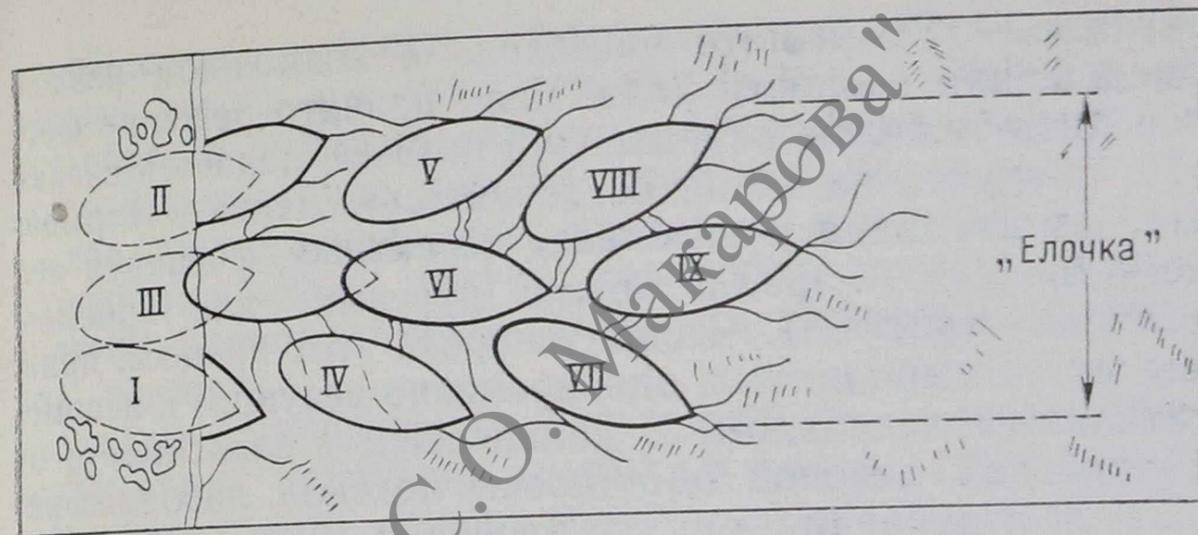


Рис. 25. Форсирование сплоченной перемычки льда приемом «елочка» (I—IX — последовательность позиций ледокола)

После выполнения крутого поворота ведущий ледокол, выждав установления судами требуемой дистанции, восстанавливает скорость движения каравана.

При проводке в сплоченных льдах ведущему ледоколу следует также избегать создания извилистого канала, движение судов по которому весьма затруднено. Для этого необходимо помнить, что ледокол вследствие сильных ударов о лед уклоняется в направлении наименьшего сопротивления льда, причем тем сильнее, чем больше скорость хода. Судоводитель, предвидя такой удар, должен своевременно переложить руль в направлении удара, удерживая ледокол от броска в противоположную сторону. В трудных случаях для удержания ледокола от резких уклонений следует прибегать к помощи машины. Если же нежелательный (и крутой) поворот все же совершился (при этом видно, что проводимому судну следовать по каналу будет трудно), нужно остановить караван и выправить канал, раздробив ледоколом лед на крутом повороте.

Особого внимания требует встреча с тяжелой перемычкой льда. Обнаружив ее впереди по курсу, капитан ледокола предупреждает караван по радиотелефону и

сигналом «Уменьшите ваш ход» о возможном резком уменьшении скорости хода. Если принято решение форсировать тяжелую перемычку с разбега, подается сигнал «Не следуйте за мной, остановитесь». Ледокол отрывается от каравана и разбивает перемычку, форсируя лед несколькими параллельными курсами или приемом «елочка» (рис. 25). Чтобы ускорить этот процесс, приемы могут выполняться одновременно ведущим и вспомогательным ледоколом. В дальнейшем в зависимости от конкретной ледовой обстановки ледокол либо возвращается к каравану для его проводки, либо ожидает его в перемычке. Убедившись, что все суда преодолели перемычку, капитан ледокола возобновляет движение. В случае особой труднопроходимости перемычки суда каравана проводятся по частям или по одному судну на буксире ледокола.

Следует подчеркнуть, что при встрече тяжелой перемычки льда ледоколу нельзя давать сразу задний ход, если дистанция до позади идущего судна не позволяет без риска столкновения успеть снова двинуться вперед для удара по льду. В этом случае правило одно: неожиданно встретив тяжелый лед, ведущий ледокол, резко останавливаясь, дает команду всем судам остановить движение и максимально увеличивает частоту вращения винтов с тем, чтобы мощной струей предотвратить навал позади идущего судна.

В дополнение к изложенному судоводителю ледокола при проводке судов в сплоченных льдах целесообразно придерживаться следующих правил:

не уходить от проводимого судна на значительное расстояние, чтобы не вынуждать его самостоятельно преодолевать лед, забивший канал;

при выходе в разрежение подождать, пока весь караван окажется в одинаковых ледовых условиях, после этого увеличивать скорость движения;

небольшая скорость движения каравана предпочтительнее частых его остановок при большой скорости, целесообразно выбирать скорость, обеспечивающую ледоколу форсирование мелких препятствий с ходу;

при прохождении узких разводев в канале следует расширять проходы, попутно разрушать льдины, сбивать выступы кромок канала, разбивать подводные тараны или подсовы;

особую осторожность надо проявлять в узких проходах между крупными полями: в связи с различной скоростью дрейфа полей проход может закрыться и караван потеряет движение;

при проходе между двух льдин одну из них ударить или оттолкнуть корпусом ледокола (чтобы предотвратить их дрейф на след ледокола и обезопасить позади идущие суда);

отдельные участки сильно торосистого льда, сморози, а также сомнительные места, покрытые снегом, всегда лучше обходить;

если канал за ледоколом быстро закрывается, ледоколу целесообразно увеличить ход, чтобы мощные струи воды от винтов обеспечивали чистоту канала (транспортное судно за ледоколом должно работать активнее на короткой дистанции и не отставать от него);

если канал быстро закрывается и судно заметно отстает, целесообразно взять его на буксир вплотную.

При проводке судов в сплоченных льдах одной из важнейших задач судоводителей является предотвращение столкновений судов, навалов их друг на друга, которые происходят, как правило, на выходе каравана из сплоченного льда в разрежение, где ведущий ледокол неожиданно встретил тяжелый лед, или при движении в самом канале, с обеих сторон которого сплоченный лед.

В первом случае капитан проводимого судна, заметив резкую потерю скорости ледокола, должен мгновенно-

но оценить ледовую обстановку справа и слева, и, обнаружив с какой-то стороны разрежение, погасить инерцию судна, направив его в сторону разрежения для остановки движения. В таких случаях можно уклониться от столкновения с впереди идущим ледоколом.

Сложнее обстоит дело во втором случае, когда отсутствует какое-либо разрежение льда. Практикой ледового плавания выработаны правила<sup>1</sup>, которые рекомендуются выполнять судоводителю транспортного судна при неожиданной остановке в канале впереди идущего ледокола:

положить руль «право на борт» и дать полный ход назад, если ледокол находится прямо по носу ведомого судна или несколько слева (судно должно скользить форштевнем по правой кромке канала, подставляя левый борт мощной струе от винтов ледокола);

положить руль «лево на борт» и уменьшить ход до самого малого, если ледокол находится несколько справа от направления диаметральной плоскости ведомого судна (это позволит судну вклиниться в лед левой кромки канала, минуя корму ледокола);

если предотвратить столкновение невозможно, необходимо направить форштевень судна точно в центр кранца на кормовом вырезе ледокола, что уменьшит повреждения.

Можно без преувеличения сказать, что каждый судоводитель, имеющий опыт ледового плавания, в состоянии исключить навалы, если будет внимательно следить за движением впереди идущего ледокола, соблюдать все правила сигнализации и умело маневрировать судном во льдах. Подчеркнем, что в рассмотренных случаях недостаточно дать судну только задний ход (нередко так поступают судоводители проводимых судов), нужно осуществить маневр для уклонения в сторону от ледокола.

<sup>1</sup> Правила относятся к судам, имеющим правый шаг винта.

Искусство судоводителя в наибольшей степени проявляется при проводке судов в сложных условиях ледового плавания — сжатии льда, ограниченной видимости, плавании в районе мелководья. Когда же все это встречается одновременно (кстати, нередко), требуется полная мобилизация знаний и энергии, чтобы обеспечить продвижение каравана и безопасность проводимых судов.

**Проводка в условиях сжатия льда.** Главная опасность при плавании в условиях сжатия льда состоит в том, что канал, прокладываемый ледоколом, под действием этих сил сужается. В сплоченных льдах канал отчетливо прослеживается и сохраняет неизменную ширину на расстоянии 5—7 миль от ледокола (иногда и более). При сжатии же льда силой 1 балл ширина канала сокращается в половину на расстоянии 10—12 кб от кормы ледокола, 2 балла—2,0—2,5 кб, 3 балла—0,2—0,3 кб. Сужение канала влияет на увеличение плотности и толщины тертого льда за ледоколом, что в целом снижает скорость проводки, вынуждает сокращать дистанцию между ледоколом и ведомым судном, число проводимых судов.

Проводка судов в сжатых льдах обязывает судоводителя к правильной оценке общей картины распределения направления сил сжатия. Обычно их ориентация зависит от направления ветра, фазы прилива и относительного положения береговой черты. Выбор пути в сплоченных сжатых льдах осуществляется с учетом того, что: максимальное давление льда на корпус судна наблюдается при его положении лагом к оси сжатия, т. е. по линии направления сжатия; на курсах против направления дрейфа требуются большие усилия, чем при движении по направлению дрейфа, но канал сохра-

няется лучше; примерно параллельно оси сжатия в массиве дрейфующего льда образуются разрывы и «слабины», пространственная ориентация и число которых зависят от горизонтальных размеров преобладающих форм льда (их вероятность при преобладании крупных форм льда больше).

Оперативно используя вертолет, ледокол, маневрируя на курсах, близких в основном к оси сжатия, способен сравнительно успешно продвигаться вперед. Главное, чтобы генеральное направление разрывов в сжатом массиве льда было близким к генеральному курсу следования каравана. К сожалению, такое бывает не всегда, и тогда при значительной силе сжатия ледокол вынужден прекратить проводку. При этом нельзя оставлять суда каравана в дрейфе близко друг к другу, поскольку перегруппировка льда может привести к навалам судов. По мере накопления вокруг судов крупных битых форм льда, особенно с острыми выступами полей, ледоколу следует произвести околку судов, чтобы вокруг них образовались «подушки» — полосы размельченного льда. В ожидании улучшения ледовых условий необходимо организовать непрерывное наблюдение за ледовой и метеорологической обстановкой вокруг каравана.

При плавании в осенне-зимний период ледоколу нужно время от времени окалывать суда, чтобы избежать их вмержания в лед. Во время стоянки судоводитель транспортного судна должен немедленно сообщать на ледокол о любом случае внезапной подвижки льда, разворотах и других изменениях в поведении судна.

Проводка судов в молодых льдах заприпайной зоны в условиях нажимных ветровых потоков сопряжена с большими трудностями, а при сильных сжатиях льда просто невозможна. В подобной ледовой обстановке особенно опасные ситуации могут возникнуть у кромки припая, где подвижка льда наиболее интенсивна. При ухуд-

шении ледовой обстановки в заприпайной зоне целесообразно располагать маршрут проводки подальше от кромки припая. Если суда все-таки застигнуты сжатием у кромки припая, ледоколу надо своевременно вырубить в припае специальные «карманы» для обеспечения безопасной стоянки судов до окончания сжатия.

Особая осторожность необходима в тех проливах, где наблюдается крайне повышенная динамика дрейфующих льдов. Здесь, как правило, нет льдов местного происхождения, наблюдается постоянный активный обмен льда между прилегающими акваториями. Устойчивые сильные ветры «разгоняют» лед в проливе до 6 уз. Это явление иногда называют «ледовой рекой». Караван судов, попавший в русло «ледовой реки», может оказаться в критической ситуации.

Суда, застигнутые в таких проливах, необходимо вывести за линию дрейфораздела, где скорость движения льда существенно меньше. Однако в практике ледового плавания бывали случаи, когда даже мощные ледоколы самостоятельно не могли выйти из «ледовой реки». Лучший способ избежать неприятностей, связанных с этим явлением, — своевременно предвидеть образование «ледовой реки», учитывая при этом особенности прибрежных акваторий, направленность течений и ветровых потоков в этих районах.

При плавании в зимних, особенно арктических, льдах маршрут движения должен быть выбран так, чтобы избежать зоны смятого льда; их форсирование сопровождается *облипанием льдом корпуса* ледокола. Облипание корпуса обычно начинается с носовой части при снижении скорости хода до 6—8 уз, когда, например, необходимо пересечь гряду торосов или участок льда с двойными или тройными подсовами, со смерзшейся набитой снежурой. Вот как выглядит это явление. Форсируя такой участок, ледокол как бы «сажает» на форштевень кусок вырванного тороса или битого льда и толкает его

перед собой. С этого момента на ледокол начинает лавинообразно налипать лед, что снижает скорость хода и убыстряет дальнейшее облипание. В результате за короткий промежуток времени ледокол «собирает на себе» огромное количество битого льда, и он теряет способность к непрерывному движению. Ширина полосы примерзшего льда («бороды») 1—2 м при слабом облипании и 6—8 м при сильном. Обычно «борода» располагается симметрично с обоих бортов в скуловой части корпуса ледокола, иногда она достигает района миделя. При движении ледокола назад «борода» может возникать вдоль борта и в кормовой части.

В чем причина образования облипания? Считается, что в результате фазовых превращений переохлажденной смеси снега, льда и воды при повышенном давлении в месте контакта с корпусом возникают силы сцепления льда с металлом, которые превышают силы бокового трения. Чем ниже температура воздуха, больше снега на льду и сильнее сжатие льда, тем вероятнее и интенсивнее образование «бороды».

Облипание, кроме того, что значительно снижает скорость движения ледокола, опасно непредвиденной и быстрой остановкой ледокола. В этой ситуации повышается вероятность навала проводимого судна на ледокол, особенно, если облипание происходит в условиях сжатия, по двум причинам. Во-первых, при проводке в условиях сжатия льда дистанция между ледоколом и судном вынужденно сокращена. Во-вторых, развитие облипания освобождает канал от льда, и проводимое судно лишается возможности погасить свою инерцию за счет сопротивления льда. В связи с этим судоводитель ледокола при первых же признаках облипания должен приостановить движение ведомого судна. Следует помнить также, что при интенсивном облипании от момента появления «бороды» до полной ос-

тановки ледокол проходит расстояние всего в 1—2 корпуса.

Избавиться от «бороды» довольно трудно, это можно сделать только на заднем ходу при хорошей струе от винтов и большой скорости хода. С выходом ледокола в разводье или зону ниласа от налипшего льда можно избавиться, разогнав судно и ударив его о большую льдину. Как показала практика, весьма эффективно против облипания применение пневмообмывающего устройства.

**Проводка судов в припае.** С давних пор одним из сложных видов ледового плавания является ледокольная проводка судов в припае. Этой операции, как правило, предшествует обстоятельная подготовительная работа по выбору оптимальной трассы канала:

авиационная визуальная разведка припайной зоны, в ходе которой осуществляется наблюдение за возрастом, торосистостью, заснеженностью и разрушенностью льда; в ряде случаев разведка сопровождается аэрофотосъемкой льда;

составление подробной карты с выделением зон молодого льда, участков с пониженной заснеженностью и торосистостью, положения трещин в припае и гряд торосов;

определение трассы для прокладки канала с учетом совокупности всех характеристик льда, которая по возможности должна быть прямолинейной, без резких поворотов и проходить по безопасным глубинам;

выполнение ледемерной съемки на намеченной трассе, где располагаются тяжелые припайные льды, толщины которых соизмеримы с ледопробитностью ледоколов.

Если толщина припая такова, что ледоколу приходится прокладывать канал с удара<sup>1</sup>, целесообразно сначала проложить канал, вернуться по нему обратно на

<sup>1</sup> Такие ситуации характерны для высокоширотных районов.



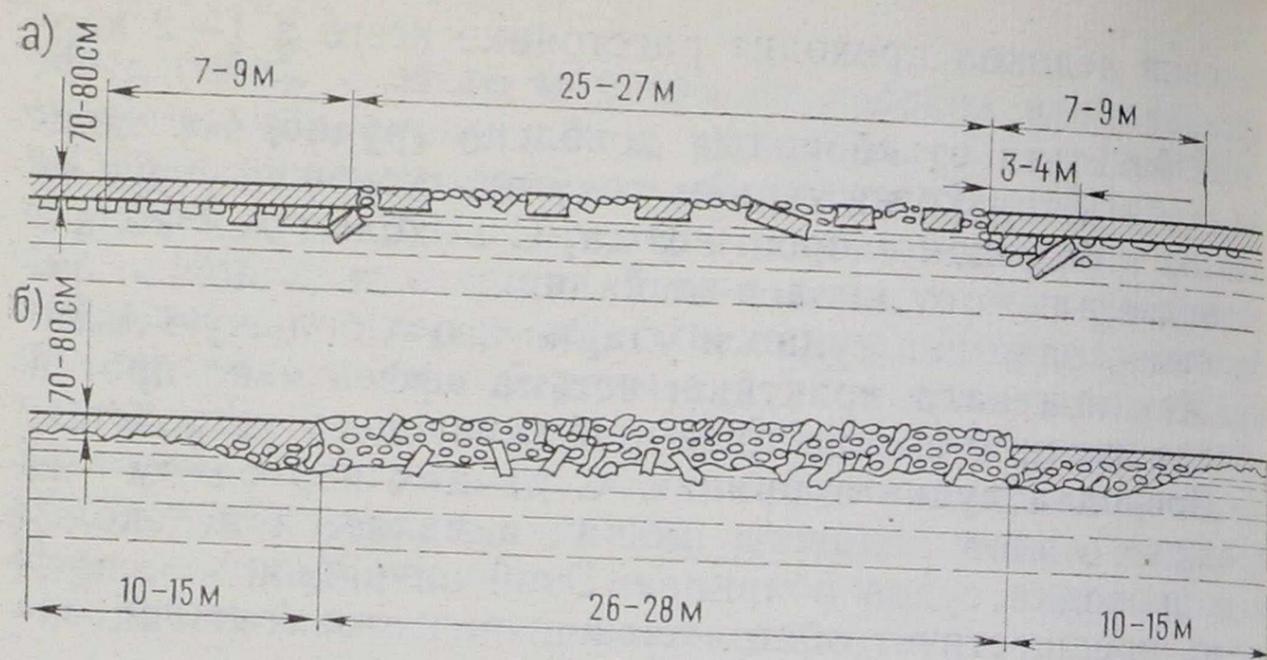


Рис. 26. Вид поперечного сечения свежего (а) и старого (б) каналов в припае в зимний период года

возможно максимальной скорости, измельчая тем самым лед в канале и только после этого проводить суда. Количество судов в караване зависит от их ледопроницаемости и возможности самостоятельно двигаться за ледоколом в канале. Желательно формировать караван из судов, однотипных по прочности корпуса и мощности энергетической установки. При проводке в малоразрушенном припае не рекомендуется включать в караван суда в балласте. Если все-таки такое судно подано под проводку, оно должно иметь максимально возможный дифферент на корму и проводиться на буксире. Суда класса УЛ и слабее целесообразно проводить через торсистые участки припая на буксире. Общее требование к формированию каравана — его состав должен быть таким, чтобы была обеспечена наибольшая скорость проводки при полной безопасности движения.

Если толщина припая позволяет ледоколу преодолеть его с ходу, суда сразу подключаются к проводке. В ровных льдах при движении ледокола со скоростью

не менее 7 уз за его кормой сохраняется чистая вода на протяжении длины корпуса ледокола. Далее канал постепенно закрывается льдом, сплоченность его достигает 9—10 баллов. Преимущественно это тертый и мелкобитый лед, лишь 20% составляют льдины размером примерно  $2 \times 5$  м. Они, как правило, не мешают движению судна в канале, так как располагаются ближе к его кромке. Следует учитывать возможное образование в канале так называемых «пробок» в местах перемены хода ледокола с заднего на передний. «Пробки» почти всегда непроходимы для судов, и для их устранения ледокол должен вторично пройти по каналу.

В теплый период года лед в канале припая постепенно вытаскивает (до 30% за декаду) и проходимость канала возрастает, в холодный период его качество, напротив, ухудшается — обломки тертого льда смерзаются (рис. 26). Полное смерзание льда в канале до толщины припая зависит от температуры воздуха ( $t^\circ$ ), и в припае, например толщиной 1 м, оно происходит при температуре  $-10^\circ$  за 12 сут,  $-20^\circ$  за 6,  $-30^\circ$  за 4 сут. По мере смерзания льда в канале скорость движения ледоколов снижается, поэтому требуется периодическое освежение канала, оптимальные сроки которого зависят от преобладающих среднесуточных температур воздуха и колеблются от 2 до 12 сут.

В конце концов от многократной переработки ледоколом ледовая масса в зимнем канале настолько «цементируется», что его использование становится невозможным и приходится прокладывать новый канал на расстоянии не менее 20 м от старого. В условиях непрерывной эксплуатации в течение осенне-зимнего периода пробивается от четырех до семи каналов.

Большие осложнения для проводки судов создают сжатия в припае, возникающие в результате нажима на него массива дрейфующих льдов. Сжатия проявляются прежде всего там, где имеются трещины, каналы и зоны

относительно более тонкого льда. В открытых районах моря волна сжатия в припае может распространяться на глубину в несколько миль, в закрытых заливах, бухтах — на глубину от нескольких десятков метров до нескольких кабельтовых.

Наряду с этим ширина канала в припае, особенно в холодный период года, подвержена изменениям под воздействием термических напряжений и колебаний уровня воды.

*Термическое сжатие* — схождение кромок канала — происходит в связи с резким повышением температуры воздуха. Повышение уровня воды «разводит» канал, понижение — «сжимает, сводит» его. При определенных условиях канал «сжимается» полностью, как говорят, «в нитку», причем на его месте образуется гряда торосов высотой 1—2 м. Об этих явлениях следует всегда помнить при проводке судов в припае.

**Проводка судов на малых глубинах.** Сплоченный тяжелый лед нередко распределяется таким образом, что вынуждает ледоколы выбирать путь следования каравана ближе к побережью, по малым глубинам. Иногда такое плавание ледокола вызвано необходимостью оказать помощь судну, находящемуся на предельных для ледокола глубинах.

В прибрежном плавании по малым глубинам судоводителям ледоколов целесообразно придерживаться следующих основных правил:

судно должно иметь осадку на ровный киль, лучше — небольшой дифферент на нос; нужно держать в балластных цистернах 500—600 т воды для откачки в случае посадки на грунт;

при форсировании льда необходимо сохранять глубину под килем не менее 3,5 м, помня, что при набеге ледокола на лед его осадка кормой может увеличиться на 2—3 м;

форсировать лед надо короткими и частыми ударами;

во избежание повреждения гребного вала ледокол должен быть немедленно остановлен, если произошло заклинивание гребных винтов;

во избежание повреждения корпуса ледокола следует остерегаться случайного удара о крупную льдину, сидящую на мели;

в районах с вечномерзлым грунтом нужно учитывать возможность посадки ледокола на ледяную банку;

в зоне предельно малых глубин целесообразно продвигаться последовательными толчками — машинами дается толчок и движение продолжается по инерции.

При проводке вдоль берега глубины в прибрежной полынье могут оказаться меньше осадки ледокола, но больше осадки проводимых судов. Если в таком случае мористее располагается сплоченный лед, целесообразно при благоприятном метеопрогнозе направить караван по полынье для самостоятельного плавания, назначив первым судно, наиболее приспособленное для работы во льдах. Капитан этого судна считается старшим по каравану. Ледокол продвигается самостоятельно примерно параллельно каравану, идущему в полынье. С судами поддерживается постоянная связь, а при необходимости в воздух поднимается вертолет для обеспечения продвижения судов через перемычки льда.

**Проводка судов при плохой видимости.** Во время плохой видимости капитан ледокола устанавливает такую дистанцию между судами каравана, чтобы с каждого судна можно было видеть впереди и позади идущее судно. С учетом этого, а также ледовой обстановки устанавливается скорость для судов. В данной ситуации успешность проводки во многом зависит от навыка судоводителей пользоваться радиолокатором, важно при этом различать на экране изображения судов и торосистого льда.

В густом тумане рекомендуется включить носовые и кормовые прожекторы, но так, чтобы не ослеплять наб-

людателей на вблизи идущих судах. С наступлением темноты прожекторами освещается также лед по сторонам ведущего ледокола. На баке каждого судна выставляется впередсмотрящий, обеспечивается надежная связь его с мостиком судна.

### ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ЛЕДОКОЛА ВО ЛЬДАХ

Специфика работы ледокола заключается в форсировании льда, околке судов каравана, их буксировке. Эти особенности необходимо знать судоводителям транспортно-спасательного судна, так как это поможет им быть увереннее при выполнении ледоколом какого-либо маневра. Плавание в караване во льдах требует не только исполнения указаний капитана ледокола, но и понимания предпринимаемых им действий. Только тогда взаимодействие между судоводителями ледоколов и проводимых ими судов становится четким и эффективным.

**Форсирование льда.** Уровень профессионального мастерства судоводителя-ледокольника определяется умением применять на практике рациональные приемы, позволяющие с наименьшими затратами времени и энергии преодолевать сопротивление льда и обеспечивать безопасность проводимых судов. Прежде чем рассмотреть эти приемы, сделаем важное замечание. В настоящее время мощные ледоколы с их прочными корпусами, значительной энерговооруженностью и высокими маневренными качествами могут форсировать льды почти во всех районах Мирового океана. Но ледокол создан не просто для взламывания льда, он призван обеспечить проводку судов. Поэтому недостаточно форсировать лед «напролом» (не это главное!), надо проходить его так, чтобы за кормой ледокола оставался канал, обеспечивающий безопасное движение ведомых судов.

5\*

Самый простой прием форсирования льда — прокладка одинарного канала при безостановочном (непрерывном) движении ледокола. Эффективность выполнения этого приема зависит от умения судоводителя определить самое слабое место во льдах и в соответствии с этим мощность энергетической установки. Судоводителю нельзя впасть в увлечение «мощью» ледокола, чтобы не оторваться от судов каравана.

Если на пути каравана встречаются препятствия, затрудняющие или исключающие безостановочное движение (торосистые нагромождения, тяжелые поля пакового льда, сжатые перемычки, сморози), ледокол приступает к частичной или непрерывной работе ударами (рис. 27). Пороговые значения характеристик льда, обуславливающие переход к работе ударами, зависят от ледопробиваемости ледокола, а значит, его энерговооруженности. Максимальная толщина льда, который может преодолеть ледокол непрерывным ходом 1,5—2,0 уз, в значительной степени определяется силой сжатия льда и облипанием корпуса, при этом эффект от удара ледокола зависит от прочности льда, инерции движения ледокола и силы вертикального давления, создаваемого носовой частью ледокола. В районе малых

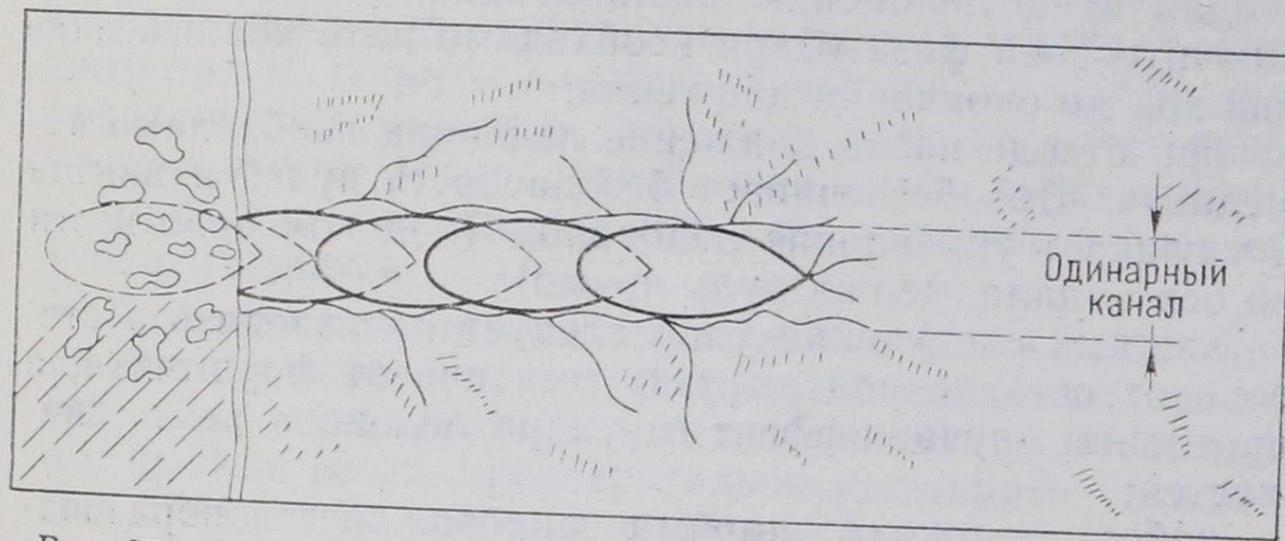


Рис. 27. Схема прокладки одинарного канала в тяжелых льдах  
6—2213

глубин следует учитывать, что при форсировании льда дифферент ледокола из-за набегания его носа на лед изменяется.

Форсирование тяжелой перемычки льда обязывает судоводителя ледокола руководствоваться следующими правилами:

суда каравана следует оставить в канале ледокола на таком расстоянии от перемычки, чтобы они не мешали его маневрированию;

для форсирования нужно выбрать самую узкую часть перемычки, где наблюдается минимум торосов, максимальная разрушенность льда (летом), минимальная его заснеженность (зимой);

направление пробиваемого канала не должно существенно расходиться с генеральным курсом каравана (однако необходимо помнить, что канал легче пробивать против дрейфа льда);

длина разбега выбирается в зависимости от толщины форсируемого льда и поступательной инерции ледокола, с учетом того, что ее сокращение ослабляет удар в лед, а увеличение приводит к потере времени (считается, что средняя длина разбега — расстояние в две-три длины ледокола);

для предотвращения заклинивания ледокола на заключительной фазе удара необходимо дать полный задний ход до окончания движения;

при отходе назад движение ледокола необходимо замедлить, что обеспечивает безопасность рулей и винтов и улучшает управление ледоколом (ледокол надо вести по оси канала, держа руль прямо);

каждый следующий удар следует производить в стороне от оставленной во льду вмятины от форштевня, в противном случае эффект от удара ледокола резко снижается;

работа ледокола ударами сопровождается образованием в канале «пробок» из тертого льда (уплотняемых

мощной струей от винтов ледокола во время разгона на переднем ходу), поэтому ледоколу целесообразно перед проводкой судов освежать канал, проходя по нему на повышенной скорости, или разогнать образовавшуюся массу льда движением «вперед-назад».

При прокладке одинарного канала с удара большое значение имеет умение выполнять повороты. Для этого применяется прием «отраженный удар». В чем его сущность? Например, если ледоколу надо изменить направление канала вправо, то незадолго до того, как форштевень должен ударить в нетронутый лед, необходимо положить руль с таким расчетом, чтобы нос ледокола резко покати́лся влево. Как только это произойдет, руль нужно быстро переложить вправо. От удара левой скулой в кромку канала ледокол резко отбрасывает вправо, тем самым необходимый поворот обеспечен.

В последние два десятилетия для прокладки одинарного канала все чаще применяется прием «кормой вперед», позволяющий увеличить скорость прокладки канала при прочих равных условиях в 2—3 раза по сравнению с приемом «носом вперед». Но у этого способа есть существенный недостаток — неблагоприятный режим работы движительного комплекса, повышенный риск повреждения винторулевой группы ледокола. Поэтому прием «кормой вперед» используется лишь при форсировании участков тяжелого льда незначительной протяженности (льда ровного или слабо торошенного), а также молодых зимних льдов при сжатиях льда и облипанию корпуса.

Если ледокол применяет способ «носом вперед», возникают трудности при форсировании подсонов, наслоений льда, мощных торосистых образований. Необходимо, прежде всего, предварительно расширить канал с целью создания слабины и облегчения поворотов судов при выходе на новый курс. И здесь эффективен прием

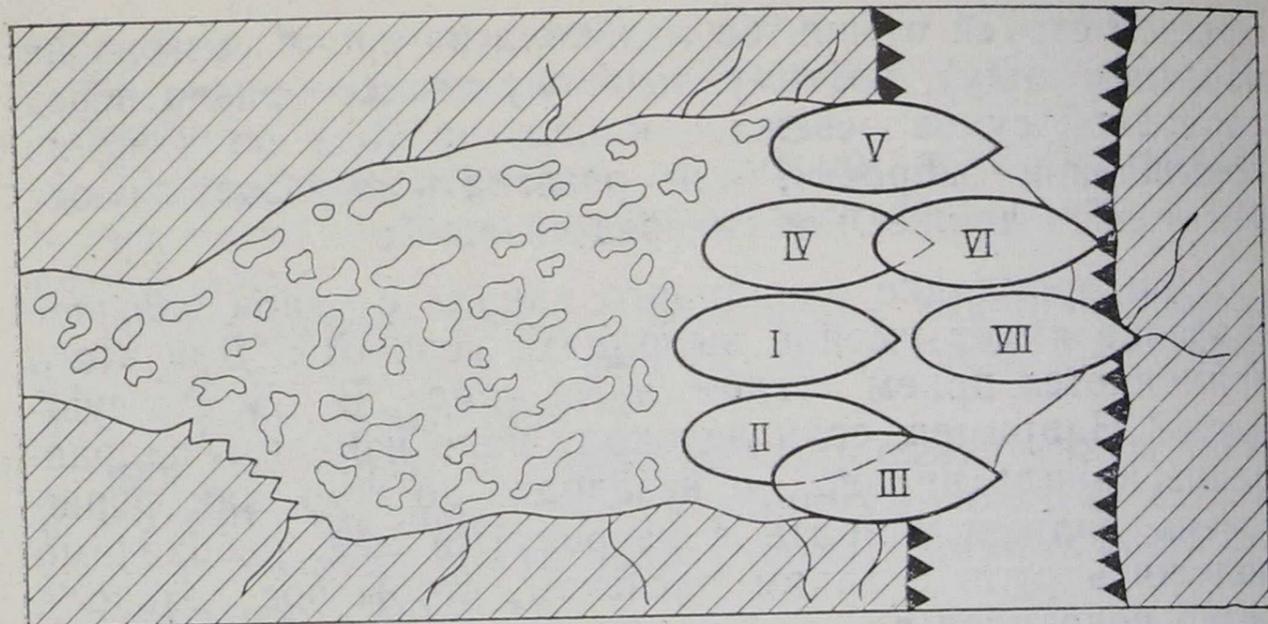


Рис. 28. Схема форсирования гряды торосов в легкопроходимых льдах на параллельных курсах (I—VII — последовательность позиций ледокола)

«елочка», т. е. нанесение ударов в определенной последовательности в стороны от оси основного канала (см. рис. 25). При этом различают двойной и тройной каналы, различие между которыми состоит в том, что при тройном ударе, кроме ударов влево и вправо с некоторым разворотом, выполняется удар прямо. Преимущество такого способа состоит в том, что ледокол практически не заклинивается во льду. Для форсирования отдельных гряд торосов в сравнительно легкопроходимых льдах применяется разновидность приема «елочка» — нанесение ударов по фронту торосистой перемычки на параллельных курсах (рис. 28).

Перечисленные приемы могут выполняться и двумя ледоколами одновременно, при этом канал прокладывает ударами поочередно каждый ледокол. При прокладке двойного канала расстояние между ними не должно быть менее 50 м. Эта разновидность приема «елочка» получила условное название «челнок».

Наряду с этим приемом применяется также способ «катамаран», сущность которого состоит в том, что ледоколы, следуя параллельными курсами и с одинаковой скоростью на расстоянии 1—2 ширины корпуса один от другого, обеспечивают создание слабину во льду. Это позволяет ледоколам непрерывно работать на откол — без реверсов и отходов назад. Когда один ледокол выходит вперед, его движение постепенно замедляется. В этот момент вперед выходит второй ледокол, который, как бы окалывая первый ледокол, создает ему слабину во льдах для очередного прохода вперед. Опыт показывает, что при использовании приема «катамаран» скорость ледоколов примерно в 1,5 раза больше, чем при прокладке канала одним ледоколом.

В исключительно сложных ледовых условиях, когда прокладка канала другими способами невозможна, применяется прием «тандем» — совместная прокладка канала двумя ледоколами на буксире вплотную. Ледоходимость такого состава повышается, и скорость прокладки канала увеличивается примерно в 1,5—2 раза. Однако при выполнении этого приема возникают определенные трудности: состав плохо управляется на курсе; возможны обрывы буксира; обводы форштевня и форма кормового выреза у ледоколов не совпадают; при работе ударами возникает угроза разрушения кормовых кранцев. Поэтому прием «тандем» используется сравнительно редко.

Для прокладки канала в торосистом припае применяется схема работы ледокола, предложенная еще адмиралом С. О. Макаровым в книге «Ермак во льдах»: ледокол откалывает лед от припая со стороны его крошки рядом последовательных круговых заходов (рис. 29). Прием «на откол» особенно эффективен при ветре, направленном с берега. Чтобы обеспечить эффективный вынос льда из канала, ширина «воронки» взлома должна составлять 2—6 кб при протяженности форсируемо-

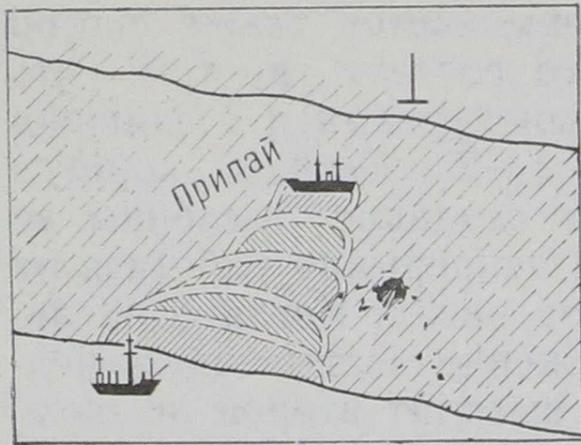


Рис. 29. Схема работы ледокола «на откол» путем последовательных круговых заходов

отдельной мощной гряды торосов (рис. 30). Вдоль форсируемой гряды торосов путем прокладки одного или нескольких параллельных каналов различной протяженности создается слабина, на которую затем скалывается торосистая перемычка. Необходимо при этом использовать естественные трещины, которые нередко образуются параллельно грядам торосов.

Наибольшие трудности возникают при прокладке канала в условиях сжатия льда. В этой ситуации трудно обеспечить требуемую ширину канала. Чтобы обеспечить проходимость для судов канал, при совместной работе ледоколов (обычно 2—3) практикуется плавание «в строю уступа»: самый мощный ледокол прокладывает основной канал, остальные расширяют канал работой на скол, проводимые суда следуют по каналу последнего ледокола (рис. 31). Наибольший эффект при этом достигается при двух условиях. Первое — расстояние между параллельными каналами не меньше ширины корпуса ледокола (в припаяе) или не больше 50 м (в дрейфующих льдах). Второе — вспомогательные ледоколы должны работать на скол с наветренной стороны от основного канала. Применение приема «в строю ус-

го участка 1—2 мили. Этот прием предпочтительней потому, что позволяет ледоколу, работающему на откол, большую часть пути продвигаться непрерывным ходом, а прокладываемый при этом канал, как правило, обеспечивает беспрепятственный проход судов.

Частным случаем приема «на откол» является способ «открытая дверь», применяемый при форсировании

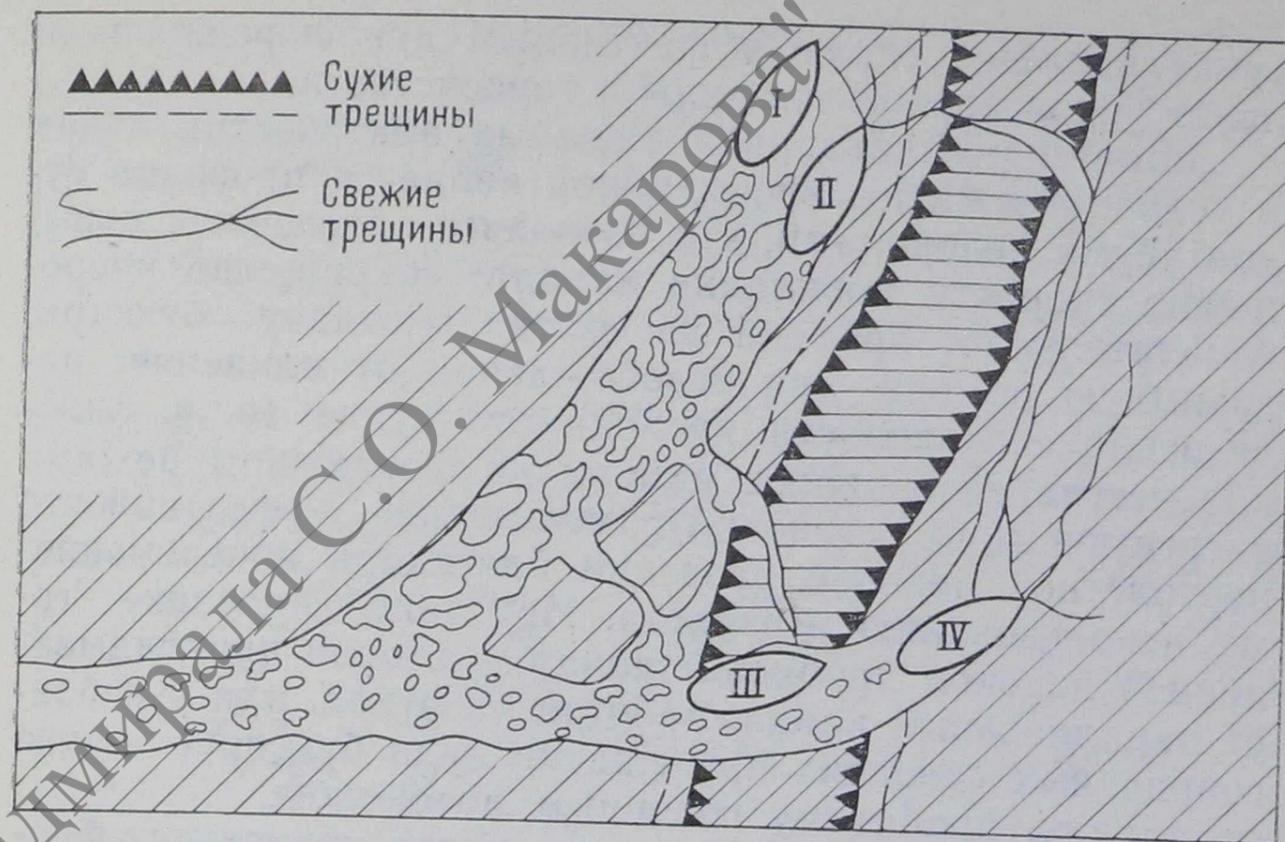


Рис. 30. Форсирование мощной гряды торосов способом «открытая дверь» (I—IV — последовательность позиций ледокола)

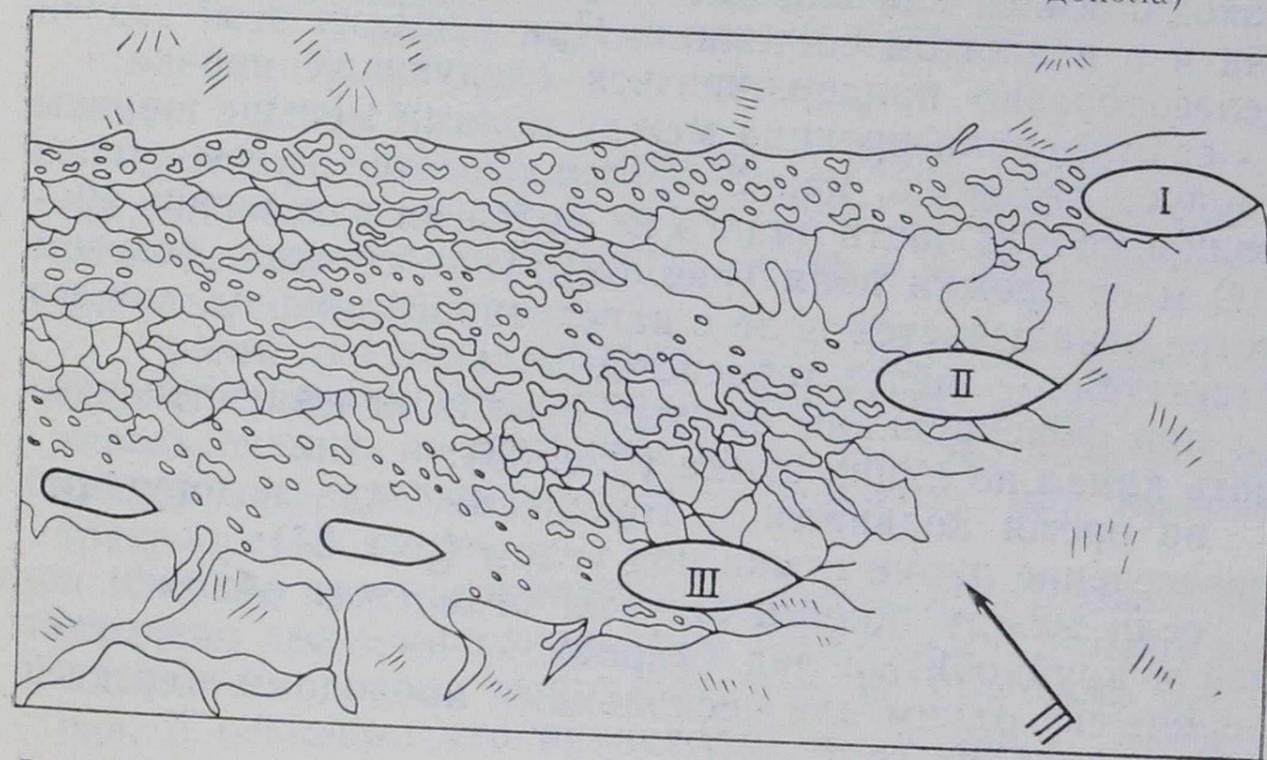


Рис. 31. Схема работы трех ледоколов «на скол» в строю уступа

тупа» является также эффективным при форсировании льдов значительной толщины и торосистости.

Зимой при плавании в тяжелых арктических льдах в условиях сжатия эффективной является проводка судов двумя ледоколами, что позволяет обеспечить: повышение скорости прокладки канала; сокращение непроизводительного времени на взятие и отдачу буксира; взаимную помощь при освобождении от клинения; повышение безопасности проводимого судна (один ледокол всегда свободен от работы на форсажном режиме энергетической установки); повышение эффективности вертолетной ледовой разведки благодаря попеременному использованию вертолета. При такой проводке головной ледокол пробивает канал, а второй прокладывает параллельный канал, работая на откол, или в неблагоприятных условиях при сжатии льда буксирует судно по каналу, пробитому головным ледоколом.

В практике работы ледоколов часто приходится форсировать зоны стыков полей и проходов между полями, находящимися как «на расплаве» (без взаимодействия), так и в поджатом состоянии. При решении этой задачи целесообразно придерживаться следующих правил:

если ширина прохода между полями меньше ширины корпуса ледокола, канал прокладывается путем откола прикромочной части одного из полей на расстоянии 50—100 м от кромки поля (рис. 32), (при сильном боковом ветре откалывается поле с наветренной стороны, при его отсутствии — менее торосистое поле);

при форсировании сжатых стыков нельзя прокладывать канал по линии стыка (рис. 33);

во время подвижек и торошения льда недопустимо пересечение линии стыка под углом (рис. 34);

если между полями зажаты отдельные обломки полей и крупнобитый лед («пробка»), ледокол разрушает перемычку одним или несколькими проходами в средней части «пробки» (рис. 35);

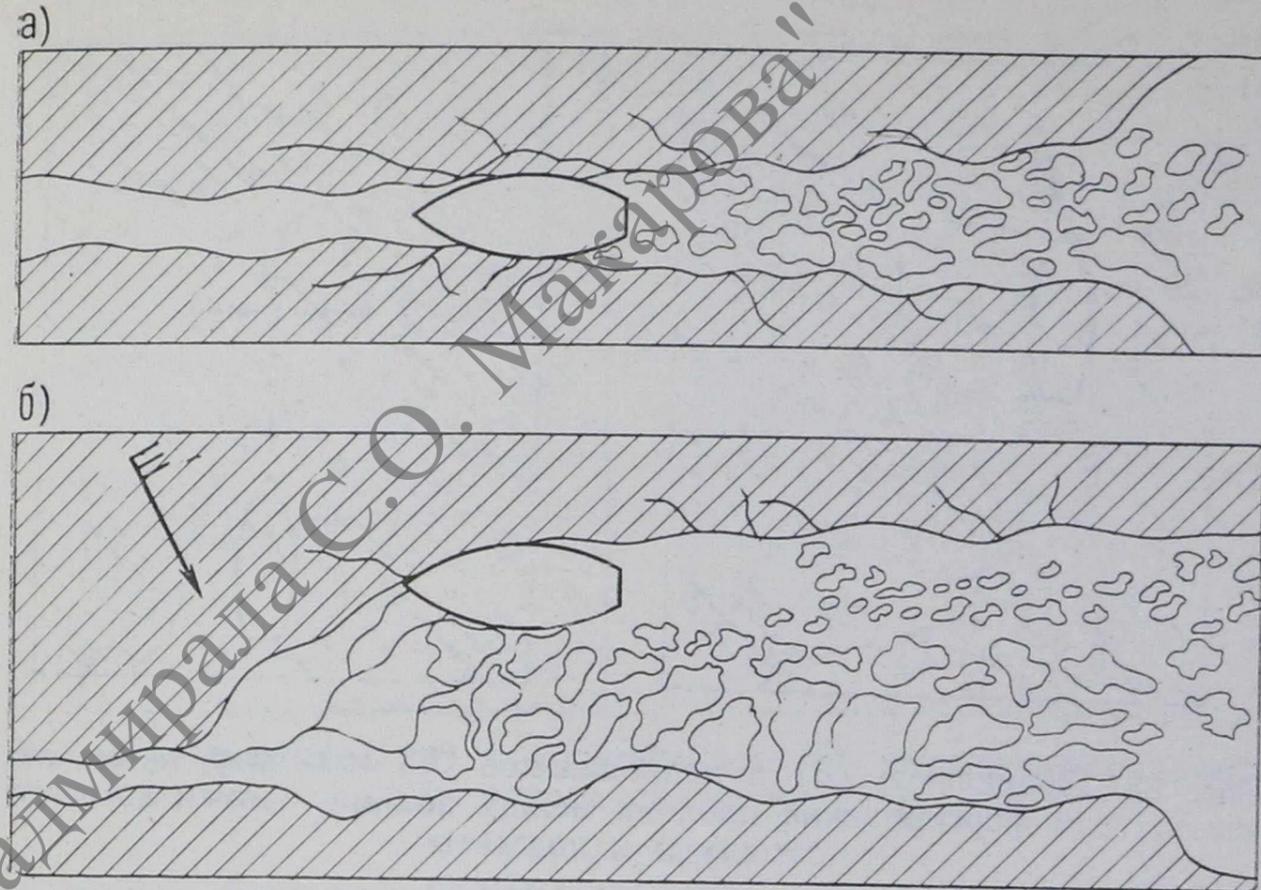


Рис. 32. Неправильное (а) и правильное (б) маневрирование ледокола при форсировании прохода между полями, ширина которого меньше ширины корпуса ледокола

при форсировании поджатых стыков полей на курсах, близких к нормали фронта сжатия, следует учитывать взаимное расположение полей и вероятное направление их подвижки.

Таковы основные приемы форсирования льда в наиболее типичных ситуациях. Творческий подход к их использованию на практике будет способствовать повышению эффективности работы ледокола при проводке транспортных судов.

**Околка судов каравана.** Во время ледокольной проводки во льдах сплоченностью 7—8 баллов и выше суда в канале ледокола могут потерять возможность движения. В основном это происходит по четырем причинам:

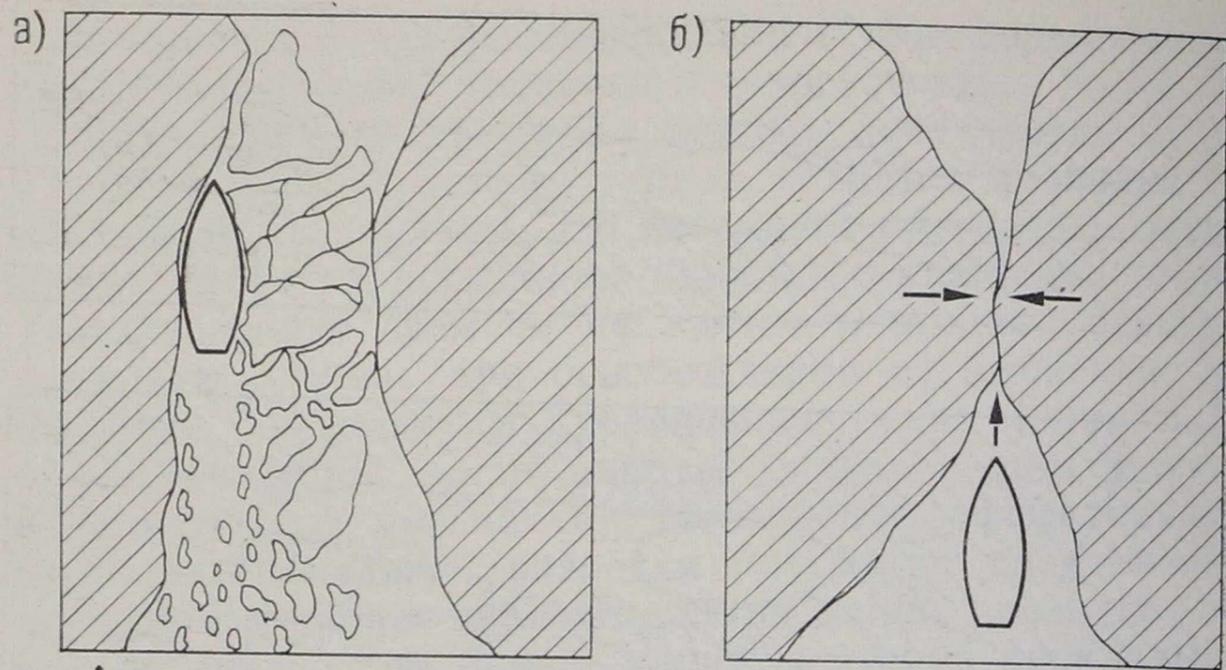


Рис. 33. Правильное (а) и неправильное (б) маневрирование ледокола при форсировании прохода между полями, кромки которого сомкнуты и поджаты

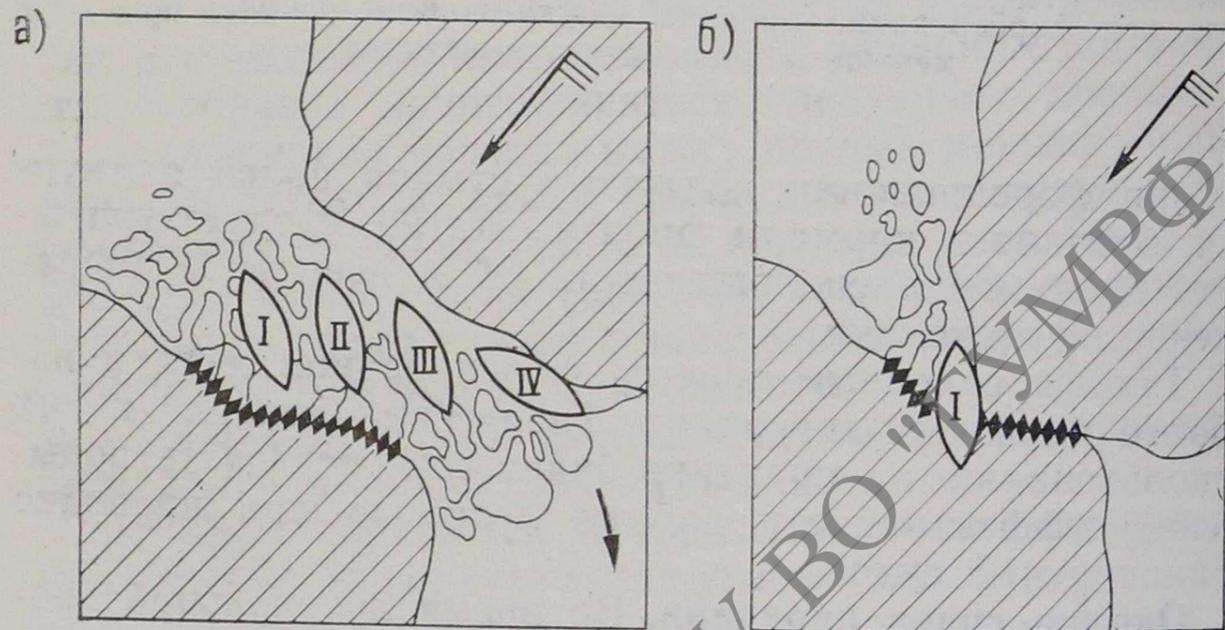


Рис. 34. Правильная (а) и неправильная (б) схема форсирования ледоколом стыков полей во время подвижки и торошения льда (I—IV — последовательность позиций ледокола)

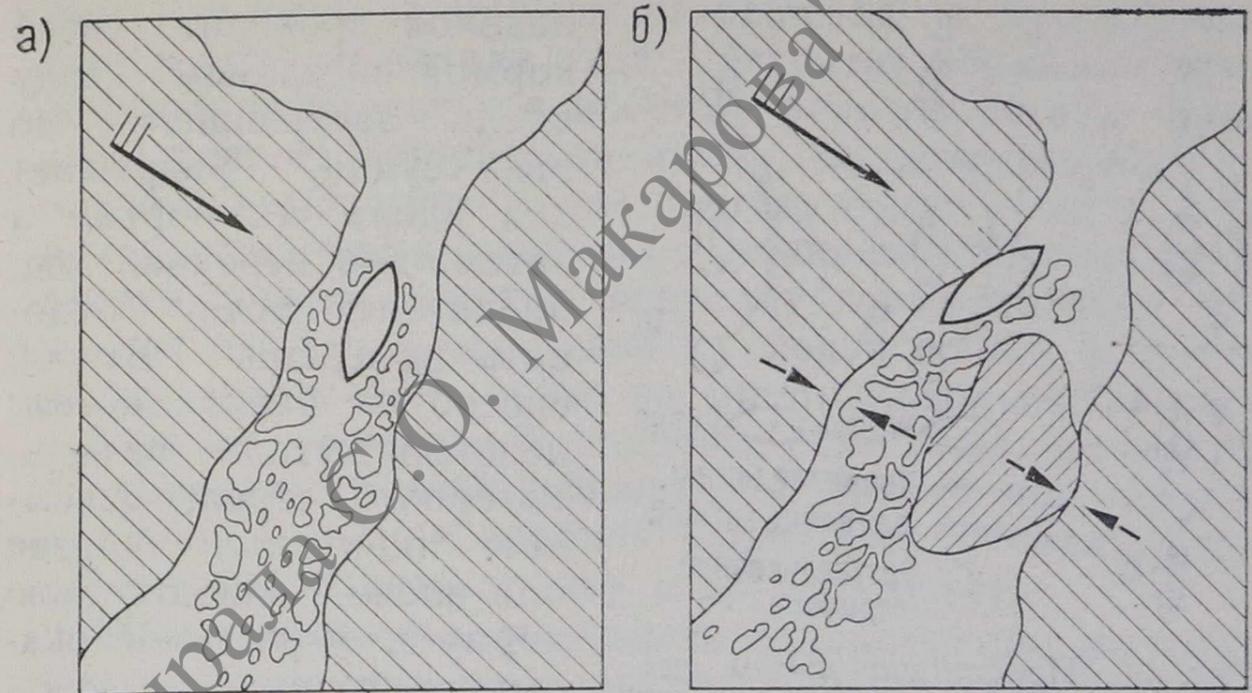


Рис. 35. Правильное (а) и неправильное (б) форсирование «пробки» льда в проходе между двумя полями

в канале быстро образуется уплотненная масса мелкобитого льда; в канал вклиниваются крупные обломки льдин; канал за ледоколом закрывается из-за сжатия льдов; судно «заклинивается» в изгибах канала.

Следует отметить, что по этим причинам застревание судов иногда происходит и в разреженных льдах, когда караван вынужден преодолевать отдельные перемычки сплоченного льда.

Во всех перечисленных случаях ледоколы применяют маневр, называемый «околкой судна» — искусственное создание слабину во льду проходами ледокола вдоль одного или обоих бортов. Кроме того, применяется околка судов, находящихся в дрейфе. В этом случае при воздействии сжатий на корпус судна вокруг него с помощью оковки создается «подушка» тертого льда, снижающего возможность получения повреждения.

В практике ледового плавания применяют два способа оковки судов. Первый способ — околка кормой:





Рис. 36. Простейшие схемы окальвания судна ледоколом (I—IV последовательность позиций ледокола)

ледокол проходит своей кормой на заднем ходу вдоль застрявшего во льду судна, разрушает лед вдоль его борта, а затем, дав передний ход, предлагает судну следовать за собой. Второй способ — *околка носом*: ледокол выходит из кильватерного строя, описывает циркуляцию вправо или влево, подводит свою корму к форштевню окальваемого судна и предлагает ему следовать за собой. Этот прием еще называют «*околкой с захода*».

На рис. 36 показаны простейшие схемы окальвания судна ледоколом. Способ оковки определяет капитан судна на основании оценки ледовых условий и положения судна относительно направления ветра, затрат времени, требующихся на выполнение того или иного маневра. Наибольшая экономия времени достигается при околке кормой, так как ледокол не затрачивает время на описывание циркуляции; но при этом существует риск повредить винты и руль ледокола. Околка кормой производится в следующей последовательности: выбирается та сторона от оси основного канала, где расположен более слабый лед (при сильном боковом ветре предпочтение отдают околке с подветренного борта судна); ледокол продвигается кормой вдоль борта судна как можно дальше назад, стремясь проложить околочный канал по всей длине застрявшего судна; судно в ожидании оковки работает машиной самым малым ходом вперед,

чтобы создать за кормой разрежение и предохранить винт и руль от навала льда; прекратив движение назад, ледокол развивает ход вперед, передав сигнал судну «Иду вперед, следуйте за мной»; по этому сигналу капитан окальваемого судна трогает судно с места в момент, когда корма ледокола поравняется с мидельшпангоутом судна; ледокол подводит корму впереди форштевня окальваемого судна и, следуя по оси основного канала, удерживает судно на минимальной дистанции до набора им достаточной инерции; если судно не получило движения, маневр повторяется, причем при уваливании носа судна на слабинку околочного канала целесообразно выполнить околку с другого борта.

При необходимости околоть одновременно несколько застрявших судов применяется обычно околка носом, которая производится как на параллельных курсах, так и на контркurse по отношению к судам каравана. Наиболее целесообразно окальвать носом суда вспомогательному ледоколу, который в этом случае, выйдя из основного канала, проходит вдоль борта застрявшего судна. Когда ледокол поравняется с мидельшпангоутом окальваемого судна, оно должно попытаться начать движение. Если маневр удастся, ледокол разворачивается и возвращается на свое место в караване.

Схема оковки судов, застрявших в канале позади ледокола, несколько иная. Развернувшись во льдах, ледокол проходит контркурсом вдоль борта судна и входит в канал за его кормой. Если судно получило уверенное движение, ледокол разворачивается и возвращается в голову каравана; если судно не получило движения, ледокол разворачивается и повторяет околку на параллельном курсе (в этой ситуации возможно и движение ледокола кормой вперед вдоль борта судна). При подходе кормы ледокола к мидельшпангоуту судна оно по команде ледокола дает полный ход вперед. При проходе кормы ледокола мимо форштевня судна

на нем необходимо положить руль на борт, противоположный окальваемому — это поможет предотвратить возможный навал носа судна на корму ледокола. После прохождения кормы ледокола руль на судне переключается на противоположный борт, т. е. на окальваемый.

На практике нередко применяется *околка носом с захода*. В этом случае ледокол выходит к корме окальваемого судна сзади, предварительно описав хорошим ходом одну полную циркуляцию.

Технология околки носом усложняется, если ледокол вынужден производить ее с кормы судна по его ходу. Вероятность сброса ледокола на судно увеличивается при условии, что застрявшее судно до этого, работая продолжительное время винтом, создало зону чистой воды в районе своей кормы. В этом случае ледоколу следует производить околку при минимальной инерции, поскольку при проходе ледокола у кормы судна повышается риск удара тяжелого обломка льдины по перу руля или винту застрявшего судна.

Независимо от способа околки судов необходимо соблюдение следующих требований:

капитан окальваемого судна должен внимательно следить за тем, чтобы не упустить благоприятный момент ослабления льда при проходе ледокола;

во время околки винт (винты) окальваемого судна должен проворачиваться при движении судна малым ходом вперед, а в дальнейшем по указанию капитана ледокола — средним или полным ходом вперед;

расстояние между ледоколами и окальваемым судном должно быть тем больше, чем меньше толщина льда: 10—15 м — при толщине льда более 150 см, около 20 м — при толщине льда 80—120 см, 20—30 м — при толщине льда менее 80 см;

скорость прохода ледокола вдоль борта судна должна быть не выше безопасно возможной скорости самого

судна во льдах определенной толщины, т. е. с увеличением толщины льда скорость прохода ледокола целесообразно уменьшать;

околка требует предельной внимательности, так как ледокол вследствие образования естественных слабин во льду может резко приблизиться к судну и навалить на него;

желательно, чтобы в момент околки отдельные прочные льдины не упирались острыми углами в борт судна (при нажиме на них ледокола возможно повреждение окальваемого судна):

В заключение подчеркнем, что особую осторожность необходимо соблюдать при околках судов в зонах сжатия в относительно слабых льдах. Ледокол, следуя вдоль борта застрявшего судна на небольшом расстоянии (около 10 м), может работающими винтами как бы вымыть «ледовую подушку» между своим бортом и бортом судна, любое кратковременное усиление сжатия притрет суда друг к другу. Правило здесь может быть только одно — помнить о возможности образования подобной «подушки» в относительно слабых льдах в зоне сжатия и усиливать меры предосторожности при околке судов, особенно на близком расстоянии.

Околка судов требует от судоводителя четкого знания тактических свойств ледокола, уверенного управления им, постоянного внимания к его работе, любое лихачество с его стороны неминуемо приведет к серьезной аварии застрявшего судна. Не менее ответственна роль судоводителя транспортного судна, который не должен упустить благоприятный момент для начала активного движения по каналу. Очень важно в связи с этим четкое взаимодействие между судоводителями ледокола и транспортного судна.

**Буксировка судов.** Во время проводки судов в сложных ледовых условиях, особенно при наличии сжатий льда, возникает необходимость их буксировки ледокола-

ми. Буксировка применяется и для проводки во льдах аварийных судов и различных несамоходных плавсредств.

В последние годы наметилась тенденция роста удельного веса буксировок в общем объеме ледокольных операций. Чем это обусловлено? Во-первых, увеличением общей протяженности трасс с тяжелыми ледовыми условиями, вызванным продлением сроков арктической навигации. Во-вторых, возросшей диспропорцией между ледопроеходимостью современных мощных ледоколов и ледовой ходкостью, с одной стороны, и прочностью транспортных судов — с другой. Буксировка судов, сглаживая, стирая эту диспропорцию, позволяет увеличивать скорость продвижения во льдах примерно в 2—3 раза. Нельзя не учитывать и того, что при плавании в тяжелых льдах буксировка — единственно возможный способ продвижения транспортного судна. Все это предопределяет необходимость хорошего знания судоводителями правил буксировки судов во льдах.

Наиболее распространенным видом буксировки ледоколами судов во льдах стала *буксировка вплотную*. Лишь в редких случаях, как правило, в силу особенностей и состояния буксируемого объекта, применяется буксировка на тросе длиной до 100 м.

Решение о буксировке судна принимается в зависимости от характера ледовой обстановки при условии, что самостоятельное продвижение судна за ледоколом возможно лишь на дистанции проводки меньше минимально допустимой; судно в процессе околок имеет слабое продвижение или не имеет движения.

Такие ситуации возникают в большинстве случаев при сжатиях льда 1—2 балла и выше или при значительной толщине льда, когда в канале образуется третий лед большой плотности. При такой обстановке эффективность буксировки определяется тем, что струи от винтов ледокола как бы омывают корпус судна, у кото-

рого вследствие этого контакт со льдом значительно уменьшается. Кроме того, при буксировке соударения льдин и корпуса буксируемого судна происходит почти по касательной, что снижает угрозу его повреждения.

Какова последовательность операций при буксировке судов вплотную? В ряду случаев перед буксировкой ледокол вынужден предварительно пробить канал, чтобы создать благоприятные условия для совместного продвижения. При необходимости судно предварительно окальвается. Затем ледокол выполняет маневр для подхода кормой к форштевню судна. С ледокола производится подача буксира. Проводимое судно подтягивается вплотную к кормовому вырезу ледокола. Для этого капитан буксируемого судна по команде с ледокола дает малый ход вперед. Если при этом не удастся выработать всю возможную слабины буксира и прижать форштевень судна до предела, ледокол дает ход назад. В результате такой совместной работы окончательно обтягивают и крепят буксир. Если обтягиванию буксира препятствует лед между кормой ледокола и форштевнем судна, ледокол «размывает» этот лед струей от винтов. Если и это не помогает, ледокол ведет судно несколько десятков метров вперед и затем снова обтягивает буксир с помощью совместной работы машин ледокола и судна. Как показывает практика, в среднем на выполнение всех этих операций уходит около часа.

Теперь ледокол и проводимое судно представляют как бы единое целое — тандем, дальнейшее успешное продвижение которого зависит от умелого взаимного маневрирования судоводителей ледокола и судна. Прежде всего, обычно опытным путем устанавливается скорость продвижения, обеспечивающая наилучшую управляемость тандема и сохранность буксирной линии. Руководствуясь этим, судоводители ледокола определяют режим работы машин не только ледокола, но и буксируемого судна.

В ходе буксировки судна вплотную за ледоколом следует придерживаться следующих правил:

при провисании буксирного троса необходимо сбавить ход или остановить судно, чтобы выбрать слаbinу;

при обрыве троса во избежание навала ледоколу следует увеличить ход до полного, а транспортному судну — сбавить ход или остановиться;

управление транспортным судном осуществляется таким образом, чтобы удерживать его в створе мачт ледокола; в тумане проводимое судно удерживают на курсе, направление которого подается по команде с ледокола;

в отдельных случаях по команде с ледокола руль на судне переключается на борт, противоположный направлению поворота, — это облегчает его выполнение;

за 2—3 кб до поворота на угол более  $10\text{--}15^\circ$  ледоколу целесообразно подать команду об уменьшении скорости судна, чтобы входить в поворот при минимальном упоре судна на корму ледокола;

в разводьях и на участках с тонким льдом целесообразно выполнять поворот только за счет тяги буксирного троса;

ледоколу и транспортному судну необходимо избегать резкого крена на разные борта, чтобы не допустить обрыва буксирного троса (такие ситуации могут возникнуть при преодолении тяжелого торосистого льда).

В зимнюю арктическую навигацию нередко бывают ситуации, когда при сжатии льда ледокол, имея на буксире вплотную проводимое судно, вынужден допустить непродолжительную работу ударами (2—3 удара). Применяя работу ударами, длину разбега определяют состоянием льда за кормой судна. Такие операции безопасны при наличии укрепленной носовой оконечности проводимого судна. Важно только, чтобы судоводитель на судне внимательно следил за прохождением кормы своего судна и информировал об этом ледокол. Движе-

ние кормой судна вперед в мелкобитых льдах канала является безопасным, необходимо только избегать навала кормы на кромку тяжелого поля или обломка. В этой ситуации необходимо держать руль «прямо» и следить за тем, чтобы винт не заклинился. При работе короткими ударами при отходе судна с целью снижения числа реверсов предпочтительнее иметь передний ход. Но с целью повышения безопасности винтов можно работать и задним ходом. Если преодолеть препятствие с удара не удастся, ледоколу следует отдать буксир и в одиночку проложить канал.

Особо опасные ситуации возникают при заклинивании ледокола с буксируемым судном при подвижке льда. Вследствие дрейфа льда судно и ледокол начинают перемещаться с различной скоростью, что приводит к обрыву буксира. Иногда такое перемещение сопровождается соприкосновением корпусов и надстроек и может завершиться их повреждением. Вероятность этого увеличивается, если судоводители ледокола, рассчитывая отойти от судна, начинают работать машиной на полный ход вперед. В результате этого в районе кормы ледокола создается разрежение, куда увлекается судно, и, естественно, оно с еще большей силой наваливается на ледокол. Чтобы избежать неблагоприятных последствий при клинении, ледоколу необходимо предусматривать возможность отхода судна назад после отдачи буксирного троса. Только после этого можно приступить к освобождению ледокола из клинения.

В случае, если судно не сумело самостоятельно отойти назад, необходимо вновь закрепить буксир при условии, что форштевень судна находится еще в кормовом вырезе. После этого при отсутствии подвижки льда можно попытаться освободиться из клинения совместно. Как показывает опыт, иногда такой прием удается. В противном случае целесообразно ожидать ослабления сжатий льда, при этом необходимо: на ледоколе

проворачивать винты задним ходом с минимальной частотой вращения, чтобы не создавать разрежения в районе своей кормы; на судне поддерживать передний ход с минимальной частотой вращения винта с целью сохранения рулевого устройства; при нажиме льда на перо руля отсоединить рулевой привод от баллера.

При буксировке судов во льдах нередко происходит обрыв буксира. Причины обрыва могут быть разные: крутой поворот во льдах, когда управляемость ледокола с буксируемым судном ухудшается; в момент сброса ледокола от крупной льдины или прочной кромки канала, когда судоводители из-за недостатка времени не успевают среагировать ни маневром, ни скоростью и т. п.

Как правило, обрывы буксира не представляют опасности, так как судоводители ледокола успевают держать скорость движения не меньшую, чем скорость судна. Однако после обрыва буксира впереди ледокола может оказаться труднопроходимый лед, что вынужденно замедляет или даже приостанавливает его движение. В этой ситуации реверс заднего хода на судне уже не позволяет предотвратить навал судна на ледокол. Поэтому судоводителям и ледокола, и судна важно, не дожидаясь этого, постараться предусмотреть возможность обрыва буксира. Многие в этом отношении зависят от судоводителей ледокола, которые должны избегать крутых поворотов или возможного резкого снижения скорости движения.

При креплении буксира в зоне сжатия льда первостепенное значение приобретает фактор времени. При хорошо отработанной схеме вся эта операция занимает не более 25—30 мин. Это позволяет своевременно начать движение судна до того момента, пока оно не очень прочно зажато льдом. Если же операция заводки и крепления буксира замедляется — то ли из-за неисправности буксирного устройства, то ли по неопытности экипажа — начать движение судна бывает трудно, а порой

и невозможно. В зимний период с целью сокращения времени крепления буксирного троса в большинстве случаев целесообразно применение варианта его крепления на кнехты через центральный клюз.

Чтобы обеспечить быстрое и надежное крепление буксира, ледокол и проводимые транспортные суда должны быть всегда готовы к выполнению этой операции. С этой целью современные ледоколы оборудованы специальными буксирными лебедками с буксирными тросами, специальными кнехтами, клюзами и стопорами для буксира. На ледоколах имеются специальные буксирные стропы — «усы», которые продеваются через клюзы буксируемого судна. На палубе судна следует заранее подготовить все необходимое для крепления «усов», в частности бросательные концы и тросы — проводники со скобами. Якоря должны быть убраны на палубе, что позволит обезопасить их от повреждения.

Важное значение имеет хорошее владение способами крепления буксирного стропа, при этом необходимо соблюдение одного условия — строп, поданный с ледокола, должен быть быстро и легко отдан. Палубной командой должны быть заблаговременно отработаны наиболее употребительные способы крепления буксира:

огонь буксирного троса соединяются на палубе буксируемого судна найтовым из манильского или пенькового троса в несколько рядов шлагов (30—70), для этого требуется 50—100 м растительного каната; количество шлагов и длина расходуемого каната зависят от его диаметра (рис. 37, а);

на палубе буксируемого судна через оба огона стропа буксира ледокола пропускается короткое бревно (рис. 37, б); чтобы огонь стропа не врезались при сильной тяге в бревно, следует подкладывать под них маты, обматывать их парусиной и т. п.; нецелесообразно применять четырехгранные брусья, так как огонь легко врезаются в их грани.

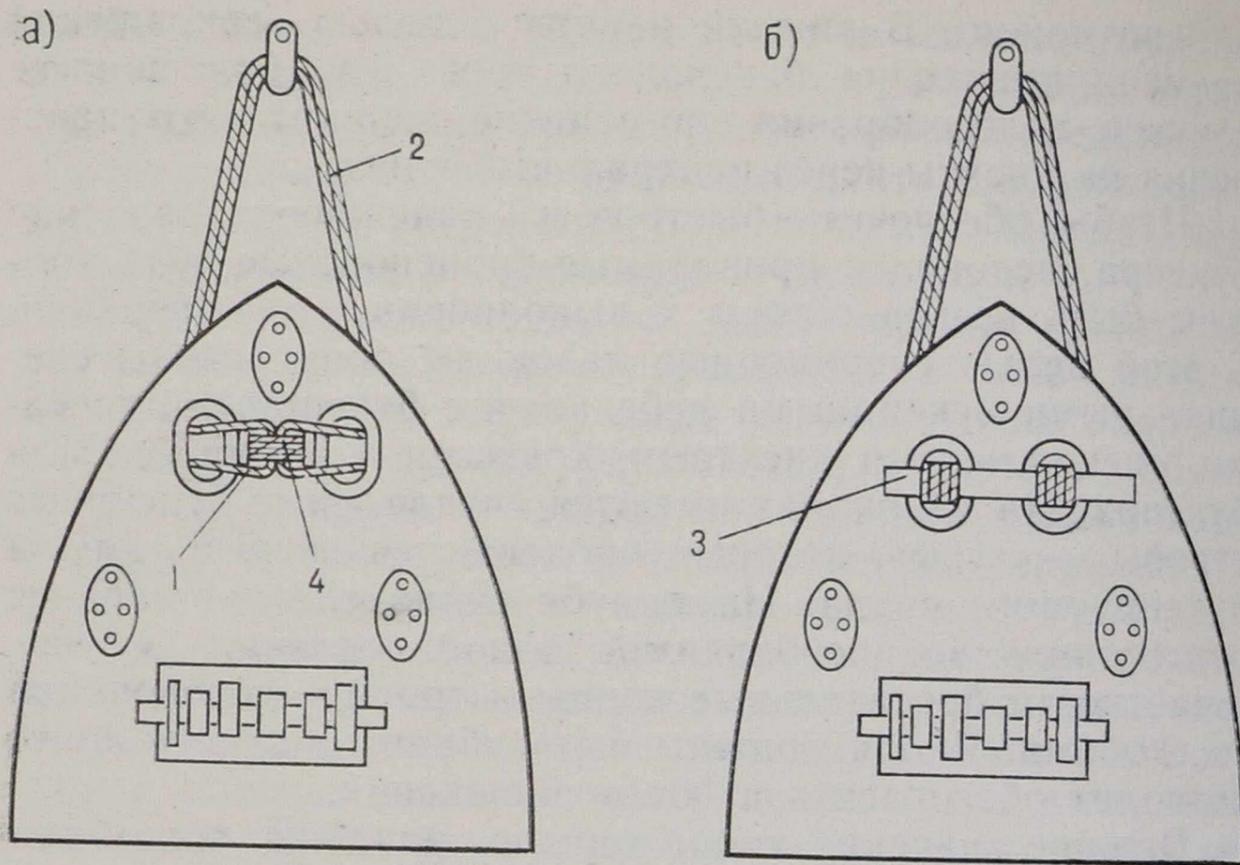


Рис. 37. Крепление буксира ледокола на буксируемом судне с помощью растительного троса (а) и короткого бревна (б):  
1 — огон; 2 — буксирный трос; 3 — бревно; 4 — найтов

Наиболее распространен первый способ, при котором обеспечивается быстрая отдача буксира, — найтов, под который закладывается брус, просто рубится топором при любом натяжении буксира. При втором способе для отдачи буксира достаточно дать ему слаbinу и бревно просто выдергивается. Но если огоны стропа глубоко врежутся в дерево, для отдачи буксира может потребоваться много времени. Этот способ не рекомендуется при буксировке больших судов, так как в этом случае работа с бревном может оказаться опасной.

Кроме указанных способов, на практике применяют соединение огонов «усов» с помощью якорной скобы, а также заводку буксирного стропа через носовой клюз

на битенги буксируемого судна. Буксир крепится обычным порядком, но для безопасной отдачи буксира дополнительно заводят швартовый конец с кормы ледокола на бак судна.

С целью сокращения времени взятия судна на буксир буксирный строп заранее заводят через якорные клюзы, крепят бензелем и с помощью оттяжки слаbinу выбирают на бак судна. В этом случае в необходимый момент сборка буксирной линии ускоряется: слабина буксирного стропа заводится на блок Николаева и затем производится обжатие буксира. Практикуется и другая «технология». После буксировки судна с выходом каравана в зону с благоприятными ледовыми условиями при отдаче буксира, предвидя дальнейшие возможные буксировки судна, ограничиваются разборкой блока Николаева и оставляют скрепленные «усы» в клюзах судна.

Все эти меры являлись вынужденными и обуславливались техническим несовершенством способов крепления огонов «усов». В последние годы испытывались специальные буксирные устройства, которые должны обеспечить надежное и быстрое скрепление огонов буксирного стропа и быструю и безопасную отдачу буксира. До окончательного внедрения этих устройств следует применять традиционные способы крепления и отдачи буксира.

Следует отметить, что пока отдельные типы судов не приспособлены для буксировки ледоколами. Причины бывают разные: носовая оконечность судна не входит в кормовой вырез ледокола и опирается скулами штевня на выступы кормового выреза, что обуславливает повреждение носовой оконечности судна; суда имеют «острый нос», который «режет» кранцы ледокола; клюзы судов располагаются не в одной плоскости с кормой ледокола (более 2—3 м), в результате чего нос судна начинает колебаться в вертикальной плоскости

и возникают разрывные нагрузки в буксирной линии; водоизмещение буксируемых судов в отдельных случаях существенно превышает водоизмещение ледоколов, что приводит к потере управляемости ледоколом и к повреждениям буксирного устройства.

Перечисленные обстоятельства свидетельствуют о том, что при проектировании перспективных типов судов ледового плавания и ледоколов целесообразно учитывать соответствие их типоразмеров и маневренных качеств необходимости буксировки судов во льдах. В первую очередь это касается унификации носовых образований судов и кормовых вырезов ледоколов, обеспечивающих их наибольшую совместную приспособленность при осуществлении ледокольной буксировки. Решение этих вопросов, а также повышение профессионального уровня судоводителей создадут условия, при которых буксировка судов ледоколами будет весьма эффективным и безопасным методом проводки судов во льдах.

## Глава 4 СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ЛЕДОВЫЕ ОПЕРАЦИИ

### ГРУЗОВЫЕ ОПЕРАЦИИ НА ПРИПАЕ

В практике ледового плавания в высокоширотных районах все большее распространение получает выгрузка судов через припай. Такой способ разгрузки судов давно применяется в Антарктиде, последние десять лет активно стал применяться в Арктике.

Технология выгрузки грузов через припай была отработана в ходе зимне-весенних морских операций в районе Ямальского полуострова в конце 70-х годов текущего столетия, когда стало очевидным преимущество этого способа разгрузки судов. Ранее в этом районе суда выгружались летом на открытом рейде за несколько миль от берега, использовалась сложная технология разгрузки судов с помощью различных плавсредств — барж, плашкоутов и т. п. Неблагоприятные природно-географические условия — мелководье, низкие болотистые или крутые обрывистые берега, волнение, дрейф льда, а также необходимость вторичной перегрузки у береговой черты снижали эффективность грузовых операций.

Выгрузка грузов через припай по условиям работы фактически приближалась к выгрузке в порту: с помощью судовых стрел груз перемещался непосредственно в автомобили и доставлялся к месту назначения. Темпы выгрузки возросли в 2—2,5 раза, увеличилась сох-

ранность перевозимых грузов. Однако выгрузка грузов через припай породила специфические проблемы, о которых необходимо знать судоводителю, направляющемуся в ледовое плавание.

Эффективность и безопасность грузовых работ через припай в значительной степени зависит от выбора места стоянки судна. Наилучшим будет вариант, при котором судно находится на небольшом удалении от грузополучателей, надежно ошвартовано у ледового причала, допускающего разгрузку и имеющего удобные и безопасные коммуникации для всех видов транспорта, применяемых в данном районе. Нет возможности дать готовые рецепты на все случаи, возникающие при выгрузке грузов через припай, поэтому ограничимся лишь основными соображениями, которые следует принимать во внимание при решении этой задачи.

Прежде всего, за несколько суток до подхода ледокола с транспортным судном к пункту выгрузки в этом районе необходимо выполнить детальную площадную авиаразведку льда с целью выявления распределения в припае различных возрастных категорий льда, характера его торосистости и заснеженности. Особое внимание нужно обратить на фиксацию местоположения протяженных торосистых гряд и трещин. По данным визуальной разведки составляется морфологическая карта припая, содержащая характеристики его поверхности и распределение толщин льда.

Визуальная авиаразведка не дает полное комплексное представление о состоянии припая. Поэтому, если это возможно, целесообразно применить аэрофотосъемку, дистанционное измерение толщины льда посредством радиолокационного толщиномера льда или съемку поверхности льда с помощью радиолокационной станции бокового обзора. Пространственная неоднородность ледяного покрова наиболее эффективно выявляется посредством одновременного использования радиолока-

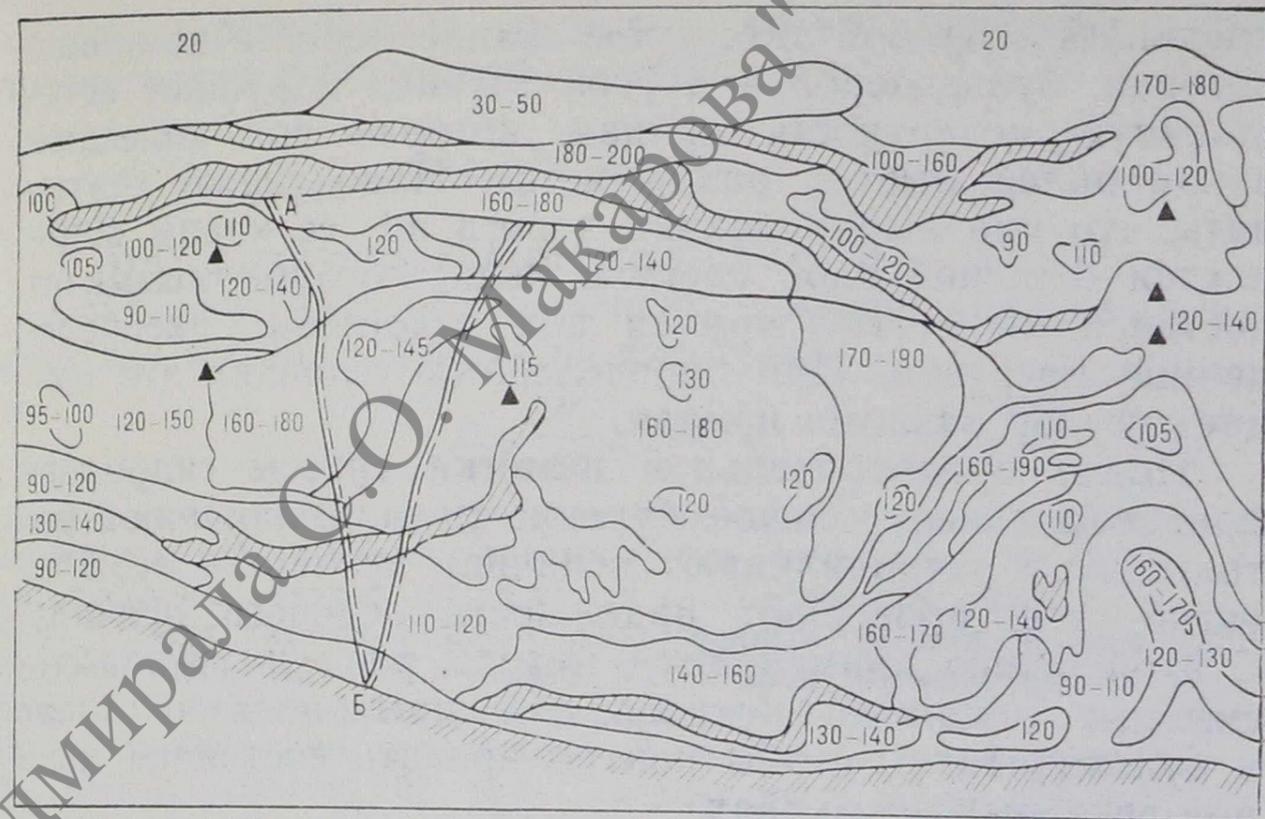


Рис. 38. Морфологическая карта припая, построенная методом совмещенного анализа радиолокационной и толщиномерной съемок.

ционной и толщиномерной съемок (рис. 38). Это позволяет четко оконтурить различные участки ровного льда, хаотически распределенные в припае. Метод совмещенного составления морфологической карты припая рекомендуется применять при особо больших объемах грузовых операций через припайную зону.

На основании морфологической карты с учетом глубин намечаются оптимальный маршрут подхода судна к месту выгрузки и варианты дорог от него к берегу. При выборе транспортных трасс следует избегать торосистых участков, так как при продолжительной их эксплуатации неровная ледяная дорога приводит к повышенной буксовке транспорта, что в свою очередь усиливает вибрацию льда. В результате могут появиться трещины среза во льду, момент которого трудно



предвидеть. Кроме того, уравнивание дорог с помощью роторов, бульдозеров и другой техники нарушает естественную поверхность припая, которая под колесами автомобилей быстро разрушается. Надо также учитывать, что при выравнивании дороги по ее краям появляется большой слой снега и льда, который вызывает постепенный изгиб припая под действием распределенной нагрузки. При определенных условиях это создает угрозу разлома припая.

После предварительной наметки трассы гидрологи производят контрольное бурение льда, измеряют его толщину и устанавливают величину прочности льда на изгиб, т.е. проверяют надежность ледового причала. С этой целью применяются методы расчета грузоподъемности ледяного покрова, о которых полезно знать и судоводителю, чтобы контролировать состояние льда при грузовых операциях.

Различают три вида нагрузки: *допустимая* — максимальный вес груза, не приводящий к возникновению трещин; *предельная* — вес груза, приводящий к появлению первых радиальных трещин; *проломная* — вес груза, приводящий к его провалу. В общем виде зависимость всех видов нагрузки от толщины ледяного покрова (независимо от метода получения формул) выступает как парабола второй степени:

$$P = bh^2,$$

где  $P$  — вес груза, кН;  $h$  — толщина льда, м;  $b$  — коэффициент, зависящий от площади и формы опоры груза, а также механических характеристик льда, являющихся функцией структуры и температуры льда.

На практике для оценки допустимой нагрузки можно пользоваться простой, но приближенной формулой, справедливой для пресного льда кристаллической структуры:

$$h_{\text{пр}} = 10 \sqrt{P} \quad \text{или} \quad P = \frac{h_{\text{пр}}^2}{100}.$$

Для морского льда, прочность которого меньше, чем пресного, эта формула имеет иной вид:

$$h_{\text{мор}} = 17,3 \sqrt{P} \quad \text{или} \quad P = \frac{h_{\text{мор}}^2}{300}.$$

В этих формулах  $P$  выражено в кН,  $h$  — в см.

Считается, что более точное значение допустимой нагрузки можно получить по формуле

$$P = \frac{B}{N} K S h^2,$$

где  $B$  — коэффициент распределения нагрузки (100 — для колесных грузов, 115 — для гусеничных грузов весом более 18 т, 125 — для гусеничных грузов до 18 т);  $N$  — коэффициент запаса прочности и учета трещин (1,20 — ненарушенный ледяной покров постоянной толщины, 1,50 — такой же покров неравномерной толщины, 1,75 — ледяной покров с сухими трещинами, 2,0 — ледяной покров со сквозными трещинами);  $K$  — температурный коэффициент, равный  $(100 + \Theta)/100$ ;  $\Theta$  — средняя температура воздуха за истекшие трое суток;  $S$  — коэффициент учета солёности льда (1,0 — для пресных льдов, 0,7 — для солёных);  $h$  — наименьшая фактическая толщина льда без снега, м.

Следует отметить, что в приведенной формуле коэффициент  $K$  при положительных температурах определяется по другому соотношению:

$$K = 1 - 0,05n,$$

где  $n$  — число суток с момента появления на льду воды.

Необходимо также иметь в виду, что транспортные средства и грузы, стоящие на льду, вызывают его пластическую деформацию, которая постепенно нарастает и через некоторое время может привести к разрушению льда. С учетом этого допустимое время стоянки груза ( $T$ , ч) можно определить по формуле

$$T = 200 \left[ \frac{(m_t - m)^2}{m_t m} \right]^3,$$

где  $m_t$  — допустимая масса груза при транспортировке по льду данной толщины, т;  $m$  — масса груза, т, для которой подсчитывается время стоянки.

Трассу дороги по припаю целесообразно выбирать исходя из следующих соображений: трасса должна быть по возможности прямолинейной от места стоянки судна к переходу на берег и пересекать линию берега и трещины под прямым углом; место перехода с припая на берег надо выбирать с учетом высоты и плавности подъема прибрежной части суши, а также ширины и степени активности приливной трещины у подошвы припая; трасса должна обходить сильно заснеженные и торосистые участки; все трещины, пересекающие трассу, следует взять на учет с указанием их протяженности и ширины; в местах пересечения трассы с трещинами нужно навести мосты из бревен, концы которых переплести стальным тросом; вдоль намеченной трассы не реже чем через 100 м следует устанавливать дорожные вехи с указателями направления движения и номерными знаками; трещины, границы слабого льда, снежницы, промоины, зоны повышенной заснеженности и т. д. необходимо обставлять запрещающими вехами.

Для обеспечения маневра транспорта поблизости от судна предусмотрена прокладка двух трасс, причем таким образом, чтобы встречный транспорт находился бы дальше друг от друга. При эксплуатации ледовой трассы рекомендуется придерживаться определенных правил, соблюдение которых особенно важно, когда фактическая нагрузка на лед близка к допустимой:

автомобили и тракторы не должны скапливаться на льду;

водители транспорта должны при движении соблюдать установленные интервалы;

следует избегать резких торможений транспорта; нельзя обгонять впереди идущие машины;

при движении дверцы кабин должны быть открытыми;

выгрузку судна следует производить равномерно с обоих бортов, чтобы избежать возникновения трещин вследствие крена судна.

При длительной эксплуатации дороги на припае организуются систематические наблюдения за ее состоянием, замеряется время от времени толщина припая. Особенно внимательно дорогу нужно обследовать после штормовой погоды, сопровождавшейся метелью. В случае повреждения отдельных участков дороги, необходимо обследовать новую трассу и обставить ее вехами.

При больших объемах грузовых операций через припай дополнительные требования предъявляются к ледокольному обеспечению операций, в частности к прокладке канала к месту выгрузки. Изложим основные правила прокладки канала в припае:

способ прокладки канала определяется требованием обеспечения сохранности припая в районе выгрузки и зависит от конкретной ледовой и навигационной обстановки;

канал прокладывается близко по нормали к береговой черте в створе намеченного места выгрузки при условии, что припай располагается у открытого побережья;

канал прокладывается по возможности прямолинейно по участкам с наименьшей толщиной и торосистостью льда при условии, что припай располагается в защищенных акваториях (заливах, бухтах);

канал прокладывается в одну «нитку» и лишь при сильно восторощенном припае у его внешней кромки ледокол работает на откол с воронкой взлома до нескольких кабельтовых;

чтобы обеспечить сохранность припая в месте выгрузки судна и получить более ровные кромки канала, рекомендуется конечный участок канала (2—3 корпуса) прокладывать кормой вперед;

во избежание взлома припая скорость ледокола по каналу при возвращении к судам не должна превышать 8—12 уз.

Закончив прокладку канала, ледокол обеспечивает постановку судов в припай под выгрузку. В практике ледового плавания применяют различные способы постановки судов в припай:

ледопроезжимость транспортного судна позволяет форсировать толщину припая с удара — судно входит в ненарушенный припай на всю длину корпуса, выбирая при этом безопасные длину и скорость разгона (не более 150—200 м, 6—7 уз);

самостоятельная постановка судна в припай затруднена — выбирается способ тандем «судно—ледокол» (по схеме «корма — нос», «корма к корме»), при котором судно, будучи на буксире у ледокола, заталкивается в ненарушенный припай на всю длину корпуса;

судно не приспособлено для маневрирования способом тандем — ледокол от конца основного канала под углом 15—20° к его оси прокладывает постановочный канал протяженностью 1—2 корпуса и очищает его от битого льда.

Первые два способа позволяют сохранить припай в месте выгрузки и организовать выгрузку на оба борта. При третьем способе выгрузка осуществляется только на один борт; при низких температурах же тертый лед в канале быстро смерзается и через 2—3 сут, установив на поверхности льда настилы, выгрузку можно производить на оба борта.

Постановка судна под выгрузку у открытого побережья, где припай весьма неустойчив и подвержен значительному динамическому воздействию массива дрейфующего льда, требует в интересах безопасности судна соблюдения некоторых правил:

место выгрузки выбирается в пределах зоны осеннего припая, обладающего наибольшей устойчивостью, но

вне зоны вероятного взлома (равнобедренного треугольника с углом примерно 120° в конечной точке канала, рис. 39);

диаметральная плоскость судна должна быть ориентирована по нормали к берегу, отклонение не должно превышать 20°;

нельзя прокладывать каналы беспорядочно, по возможности они не должны проходить параллельно береговой черте;

при большом объеме грузовых операций через припай применяется постановка судов «веером» — проводка судов в зону разгрузки осуществляется по основному каналу, а маневрирование ледоколов и судов — по специальному круговому каналу (это условие особенно важно соблюдать);

если организуется несколько зон выгрузки, то каждая из них должна находиться вне треугольника вероятного взлома соседней зоны.

Выгрузка судов через припай часто происходит в условиях отрицательных температур воздуха, поэтому надо учитывать возможность примерзания корпуса к кромке ледяного причала. После выгрузки части груза бывает резкое изменение осадки, и, если груз еще и неравномерно распределен по трюмам, примерзшее судно получает опасный крен. Примерзание корпуса судна к ледяному причалу усложняет его вывод из зоны выгрузки. Кроме того, резко всплывшее после вы-

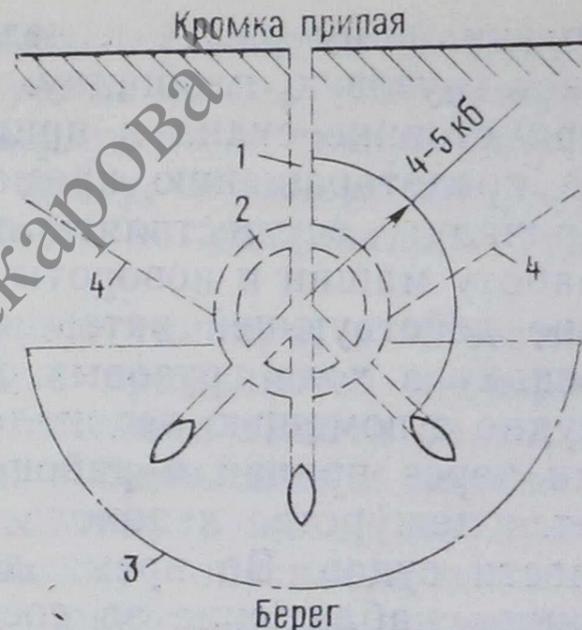


Рис. 39. Схема постановки трех судов под разгрузку в припайе способом «веер»:

1 — основной канал; 2 — зона маневрирования ледокола; 3 — место трассы возможного вывода судов носом вперед; 4 — ограничительные линии треугольника вероятного взлома

грузки, примерзшее к ледяному причалу судно разрывает грузовую площадку. В связи с этим судоводители при стоянке судна в припае должны принимать меры по предотвращению примерзания корпуса к ледяному причалу: осуществлять дифферентовку, использовать работу машин и повороты руля, обогревать танки в районе действующей ватерлинии, равномерно изменять осадку в ходе грузовых операций, наконец, строгивать судно с помощью ледокола. При осуществлении выгрузки через припай в районе открытых побережий требуется дежурство ледокола с целью обеспечения безопасности судов. Во время дежурства организуется постоянное наблюдение за состоянием припая, чтобы при необходимости освежить канал, переставлять суда в случае разрушения грузовой площадки, производить околку судов, если возникнет угроза нажима льда, спасать людей, груз и технику при обрыве припая. Ледокол покидает место стоянки транспортных судов только тогда, когда есть твердая уверенность, что благоприятная ледовая обстановка сохранится.

В заключение несколько слов целесообразно сказать об особенностях выгрузки судов через припай в Антарктике, так как туда ежегодно направляется флотилия наших судов. Прежде всего форсируют припай здесь не ледоколы, а транспортные суда ледовой категории УЛА<sup>1</sup>, причем иногда они не врубаются в припай, а отшвартовываются лагом к кромке припая, выбрав для этого подходящее место. Выбор места выгрузки зависит от характера и объема предстоящих работ, состояния припая и ледовой категории судна. Выбор трассы канала и его прокладка в Антарктике производятся в целом так же, как и в Арктике, но, как правило, в летний период. Это означает, что необходимо постоянно

<sup>1</sup> В отдельных зарубежных экспедициях с этой целью используются ледоколы.

вести наблюдение за состоянием припая, в частности темпами его стаивания. Следует помнить, что снежники развиваются не только сверху, но и снизу. Трассу надо прокладывать по сухому месту, ее нельзя засорять посторонними предметами, чтобы не усиливалось таяние.

Если припай сильно разрушен таянием, в качестве ледяного причала в Антарктике применяется шельфовый ледник. Наиболее предпочтительна высота барьера ледника около 3—4 м, и лишь в безвыходном положении можно швартоваться к леднику высотой до 8 м. При дополнительных нагрузках есть опасность обвала края ледника, поэтому нельзя швартоваться у ледников с подтаявшими и нависающими над водой участками. Лучше выбирать такие, где края ледника почти вертикальны. И еще одна серьезная опасность — в теле шельфового ледника часто таятся замаскированные снежными передувками трещины. В таких скрытых трещинах не раз исчезали как в прорве люди и техника. Во избежание подобных случаев движение по неисследованной поверхности ледника совершается только рассредоточенно, все участники группы должны быть обязаны.

#### ВЫНУЖДЕННЫЙ ДРЕЙФ СУДОВ ВО ЛЬДАХ

История ледового плавания изобилует случаями вынужденного дрейфа судов во льдах. Вынужденный дрейф судна — одна из самых опасных ситуаций, которая может произойти в ледовом плавании. Суда, дрейфующие во льдах по воле ветра и течений, не раз погибали, так и не достигнув кромки чистой воды. Классический пример — гибель парохода «Челюскин». И наоборот, известно много случаев, когда суда, оказавшиеся в вынужденном дрейфе, благополучно возвращались на свои базы. Не менее классический пример этому —

длительный дрейф во льдах парохода «Георгий Седов», дрейф, который справедливо называют героическим.

Существует распространенное заблуждение, что все это, мол, события далекого прошлого и в наши дни, когда на ледовые трассы вышли мощные атомные ледоколы, нет нужды опасаться попасть в вынужденный дрейф, ибо ледоколы всегда выручат. Да, разумеется, вероятность вынужденного дрейфа судна снизилась хотя бы потому, что сильно возросла площадь акваторий, доступных современным ледоколам. И если бы известная ситуация с пароходом «Георгий Седов» повторилась в наше время, нет сомнения в том, что того вынужденного дрейфа не произошло бы. Анализируя ситуацию, в которую попал пароход «Челюскин», можно со всей определенностью сказать, что нынешние ледоколы смогли бы вовремя оказать ему помощь. В этом, по-видимому, и состоит прогресс ледового плавания, обусловленный коренным изменением количества и, главное, качества ледокольного флота. Неизмеримо возросла и ледопробиваемость транспортного флота. Означает ли это, что в наши дни отсутствуют предпосылки попадания судна в вынужденный дрейф во льдах? Конечно, нет. Мы писали уже в первых главах, что сохранились районы, где располагаются льды, которые не под силу самым мощным ледоколам. Кроме того, судно может попасть в опасный дрейф в районе, который из-за глубин недоступен для современного ледокола. Вспомним лишь несколько примеров из практики ледового плавания последнего десятилетия. Зимой 1979 г. в Енисейском заливе вынужденно зазимовала группа транспортных судов. Американский ледокол «Поляр Си» мощностью 45 кВт зимой 1982 г. пассивно дрейфовал в течение трех месяцев в морях Бофорта и Чукотском. В арктическую навигацию 1983 г. в районе Чукотского побережья отдельные суда и группы судов оказались вовлеченными в вынужденный дрейф.

Один из них закончился гибелью теплохода «Нина Сагайдак».

По своей продолжительности вынужденные дрейфы судов во льдах условно можно разделить на кратковременные — в пределах одного месяца и длительные — более одного месяца. Кратковременные дрейфы не менее опасны, чем длительные, ибо в определенной ледовой обстановке вынужденный дрейф даже в течение нескольких часов или суток может оказаться для судна последним. Следует упомянуть в этой связи об одной особенности психологии судоводителей — в большинстве случаев они, попав в вынужденный дрейф, закончившийся неблагоприятно, первоначально и не помышляли о неблагоприятных последствиях, полагая, что дрейф их судна кратковременный и потому не опасный. В этом отношении не следует питать какие-либо иллюзии, а надо всегда руководствоваться правилами, выработанными практикой ледового плавания.

Первое и основное из них — в ходе ледового плавания судоводитель должен заблаговременно принимать меры для того, чтобы судно не оказалось вовлеченным в вынужденный дрейф. В самостоятельном плавании за это отвечает капитан транспортного судна, в караванном — капитан ледокола. Исходить надо из того, что судно попадает в вынужденный дрейф не вдруг, не по воле неких сверхъестественных сил, а вследствие изменения ледовой и метеорологической обстановки, которые достаточно заблаговременно предвидятся в соответствующих прогнозах. Поэтому, находясь в плавании в сложных ледовых условиях и получив неблагоприятный метеопрогноз, судоводителю не нужно направлять судно в район, где ожидается резкое ухудшение ледовой обстановки, которая судну данной ледовой категории не сулит ничего хорошего. Лучше переждать лихую пору в благоприятных ледовых условиях, чтобы при первой возможности продолжить ледовое плавание.

Если судно все же оказалось в вынужденном дрейфе во льдах, следует принять меры по обеспечению его безопасности, прежде всего, выбрать благоприятное место под стоянку для судна: лучше в мелкобитых льдах, которые при сжатиях как бы создают вокруг судна подушку, смягчающую и распределяющую давление огромных масс льда равномерно по всему корпусу судна. Опасны у борта тяжелые льдины с углами и выступами, которые могут нанести повреждения корпусу судна. В автономном плавании выбор надежного места для стоянки, как правило, не под силу самому судну, и подушка создается искусственно — с помощью взрывчатки или околкой льда вручную. По крайней мере, таким способом в первую очередь необходимо обезопасить место, прилегающее к корме: это предотвратит от повреждений руль и винт судна.

Место для стоянки судна можно выбрать под защитой выступающих частей или в излучинах больших дрейфующих ледяных полей значительной толщины, будучи уверенным, что сильное сжатие не разломает это поле. Принимая такое решение, необходимо помнить, что при сжатиях разломы происходят с наибольшей вероятностью поперек выступов и вдоль излучин ледяных полей и если разлом произойдет, то края вновь образовавшейся трещины начнут сходиться и причинят серьезное повреждение судну.

Если в вынужденном дрейфе находится группа судов, выбор места для их стоянки должен осуществляться с таким расчетом, чтобы расстояние между ними было не меньше 5—6 км. Это обезопасит суда от навала, а при гибели одного из них экипаж найдет прибежище на других судах.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Сжатие льда на акватории моря происходит неравномерно, оно распространяется волнообразно, в результате чего в один и тот же момент различные суда, находящиеся сравнительно близко друг от друга, могут испытывать давление различной силы.

Для уменьшения вероятности повреждения судна во время вынужденного дрейфа во льдах целесообразно принять следующие меры:

руль и рулевая машина должны быть отъединены, что обеспечит сохранность всего рулевого устройства;

тяжелые предметы на палубе, а также стрелы и шлюпки следует надежно закрепить на случай опасного крена судна во время сжатия;

надо по возможности уменьшить осадку судна, создавая крен на борт, не испытывающий сжатий льда;

при первом же обнаружении повреждения обшивки и набора нужно немедленно их устранять;

участки борта судна, на которое давят выступы тяжелого льда, необходимо подкрепить внутри распорками из бревен или брусьев.

На судне, вынужденно дрейфующем во льдах, составляется специальное расписание, по которому членам экипажа вменяется в обязанность наблюдать за поведением льда вокруг судна; всеми трюмами и бункерами, расположенными у борта; машинным отделением; рулевым устройством. В расписании назначены аварийные группы по борьбе за живучесть судна, группы для околки льда, подрывников, для подготовки спуска аварийного запаса на лед. Водоотливные средства, аварийные материалы и инструменты должны быть в полной готовности. Все должно быть готово к тому, чтобы в случае гибели судна экипаж мог организованно сойти на лед. В месте, удобном для спуска на лед, целесообразно подготовить аварийный запас продовольствия, теплой одежды и другого снабжения, обеспечивающих жизнь людей на льду.

В определенных ситуациях вынужденный дрейф судна во льдах может превратиться в длительную зимовку, и тогда необходимо провести соответствующие мероприятия. Прежде всего, исходя из предполагаемой продол-

жительности и режима зимовки нужно рассчитывать потребность в топливе, для чего уточняется число зимовщиков и кубатура отапливаемых помещений для работы, отдыха и питания зимовочного состава экипажа. С учетом этого проводятся работы по утеплению помещений и частичной консервации механизмов. Остальные члены экипажа должны быть эвакуированы ледоколом или самолетом. В последнем случае неподалеку от судна подыскивается место для ледового аэродрома, его готовят к приему самолета. В период зимовки проводятся заготовка запасов воды, околка корпуса и лопастей, другие работы, а также систематические наблюдения за гидрометеорологическими условиями по особой программе.

#### ШВАРТОВКА СУДОВ В ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЯХ

Один из ответственных этапов ледового плавания — швартовка судна на акватории порта, покрытой льдом. В зависимости от толщины льда и условий его смерзаемости судно швартуется самостоятельно, с помощью портовых буксиров или портовых ледоколов.

При самостоятельной швартовке судна основная задача состоит в том, чтобы удалить от стенки причала ледовую «подушку» и поджаться к ней. Для этого обычно судно подходит к причалу носом под углом  $20-30^\circ$ , подается шпринг. Работая средним передним ходом и переключая руль с борта на борт, судно, попеременно приближаясь и удаляясь от причала, отгоняет лед от стенки причала.

Однако при таком способе лед выталкивается медленно и то и дело рвутся носовые шпринги.

Учитывая это, целесообразнее применять способ швартовки с активным использованием двух портовых буксиров по следующей схеме. До подхода судна бук-

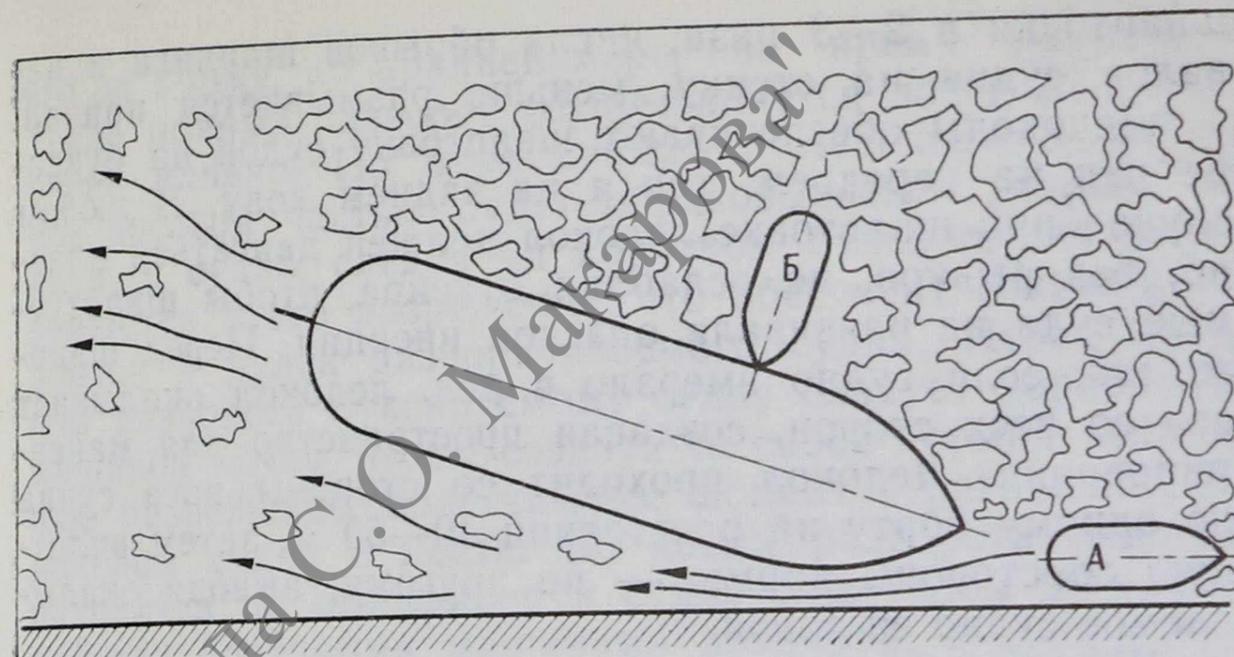


Рис. 40. Схема швартовки судна при помощи двух буксиров

сир измельчает лед, примыкающий к месту швартовки в полосе до  $10-20$  м. Судно подходит носом к причалу под углом  $15-20^\circ$ , причем в сложных ледовых условиях нос судна не доходит до причала до  $3-8$  м. С носа судна подается шпринг и продольный «слабо». Буксир А подходит кормой к носу судна, как можно ближе к его штевню, а второй буксир Б упирается носом в скуловую часть корпуса судна (рис. 40). Буксир А, подав кормовой продольный конец диаметром не менее  $25$  мм через задний бортовой клюз на береговую швартовную тумбу, работает полным передним ходом и вымывает ледовую «подушку». Судно при прямоположном руле работает самым малым передним ходом и по мере поджатия выбирает слабины носового продольного. В этот момент буксир Б поджимает нос судна к причалу. Такой способ швартовки хорош тем, что работа движителей судна и буксира А создает благоприятную гидродинамическую ситуацию, способствующую быстрому очищению причала ото льда. Практика показывает, что при таком способе сокращаются время

швартовки в 2—3 раза, число обрывов шпринга и навалов судна на стенку, меньше размывается причал.

Ледоколы обеспечивают швартовку судов на буксире как на переднем, так и на заднем ходу. В любом случае при швартовке ледокол должен двигаться плавно, без рывков, не ослабляя буксира, чтобы швартуемые суда не развивали опасной инерции. Перед швартовкой, если судно вмерзло в лед, ледокол окалывает его со всех сторон, создавая пространство для маневрирования. Ледокол проходит со стороны носа судна по одному борту на расстоянии 40—50 м, затем вплотную со стороны кормы — по другому, выводя окалываемое судно за собой.

Швартовка судна ледоколом на переднем ходу предпочтительна в тех случаях, когда судно необходимо вести вдоль причала или под острым углом к нему. Швартуемое судно берется на буксир за нос или за корму в зависимости от того, откуда оно подводится к причалу и каким бортом его надо установить так, чтобы после швартовки оно смотрело носом на выход из порта. Легче и безопаснее швартовать суда, буксируя их за нос. В этом случае после того, как судно подведено к причалу, причал очищен ото льда, его экипаж самостоятельно заканчивает швартовку.

Швартовка судна ледоколом на заднем ходу избирается тогда, когда судно подводится с рейда к причалу под тупым углом и необходим его разворот. Ледокол, проходя вдоль причала, струей от винтов, работающих на задний ход, отгоняет лед от причала. Затем ледокол, скользя носовой частью вдоль причала и постепенно отводя свою корму в сторону от стенки, подводит судно почти вплотную к месту швартовки. Остается только подать концы на берег и прижать судно вплотную к стенке.

Если швартовке предшествует разворот судна, то ледоколу, будучи на заднем ходу, лучше буксировать

его за корму, по крайней мере, во время разворота. Тогда полный разворот осуществляется почти на месте, очень плавно. По мере движения ледокола назад за его носовой частью будет образовываться разрежение льда, и судно, следуя на коротком буксире, безопасно впишется в это разрежение, что обеспечит сохранность винтов и рулей разворачиваемого судна. Перед началом разворота буксируемому судну следует поработать машиной назад, чтобы создать за своей кормой небольшое разрежение, облегчающее момент страгивания ледоколом судна с места. Во время разворота ледокол находится по отношению к судну под углом 90—135°; работая бортовыми машинами враздрай, а средней — назад, он заставляет описывать корму судна плавную кривую вслед за своим форштевнем.

Отдельно следует сказать об околке причалов ледоколами. Полоса околки должна быть по возможности больше, но не меньше, чем длина швартующихся судов. Взламывать лед нужно начинать в отдалении от причалов, постепенно приближаясь к ним и откалывая лед в направлении уже образованной слабины. Особое внимание нужно уделить околке льда возле самого причала. Здесь лед, как правило, слабее, и ледокол может неожиданно отбросить в сторону причала со всеми вытекающими из этого последствиями. Если причалы слабы, ледоколу целесообразно работать только на малых ходах, дабы не повредить его тяжелым льдом или размывающим воздействием винтов ледокола. Если поблизости, у других причалов, стоят суда, околку надо вести осторожно, чтобы не повредить их рули и винты.



## Глава 5 ПОВРЕЖДЕНИЯ СУДОВ ВО ЛЬДАХ

### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Ледовое плавание осуществляется в более сложных условиях по сравнению с обычным, и суда нередко получают серьезные повреждения. В отдельных случаях плавание судна во льдах может привести к его гибели. История судоходства во льдах знает немало таких примеров. Вот только некоторые из них: в 1881 г. льдами было раздавлено судно «Жанетта», в 1914 г. — «Карлук», в 1921 г. — «Енисей» и «Обь», в 1934 г. — «Челюскин», в 1938 г. — «Рабочий», в 1949 г. — «Казахстан», в 1958 г. — «Севан», в 1965 г. — «Витимлес», в 1980 г. — «Брянсклес», в 1983 г. — «Нина Сагайдак». Эти примеры красноречивее любых слов свидетельствуют о том, что в ледовом плавании, даже при следовании судна в редких льдах, судоводитель должен быть подготовлен так, чтобы своевременно предотвратить попадание судна в ледовую аварийную ситуацию.

За последние 20 лет наметилась определенная тенденция к росту ледовой аварийности. Этот факт, даже с учетом того, что увеличились масштабы ледовых операций и ухудшились ледовые условия, не может не вызывать беспокойства. Следует хорошо осознавать, что ледовая аварийность флота — это не только показатель уровня обеспечения безопасности мореплавания во

льдах, но и фактор, влияющий на себестоимость морской транспортной продукции.

Ледовая аварийность, вызывая прямые убытки от технических повреждений транспортных средств, влечет за собой длинную цепочку других, не менее серьезных потерь. Возникают простои транспортных судов в период ликвидации ледовых повреждений. Ремонтные работы нередко отвлекают мощные и дорогостоящие ледоколы, а значит, увеличиваются потери времени других судов из-за вынужденного ожидания ледокольной проводки. Суда, получившие ледовые повреждения, нужно ставить на ремонт в док, тем самым сдвигаются сроки планового ремонта других транспортных судов. Работа транспортных судов во льдах происходит на предельных возможностях, а это не позволяет использовать суда в течение всего эксплуатационного периода. Вот почему решение такой актуальной проблемы, как аварийность флота во льдах, имеет важное значение.

### ВИДЫ ЛЕДОВЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ И ИХ ПРИЧИНЫ

Согласно статистике ледовой аварийности, суда во льдах получают повреждения следующих видов: вмятины и гофрировки наружной обшивки корпуса с деформацией набора; вмятины наружной обшивки корпуса с трещинами; пробоины наружной обшивки корпуса; разрушение надстроек судна; поломки или потери лопастей винта; потери винта; потери гребных валов и повреждений дейдвудов; скручивания баллера руля.

Из этого перечня видно, что все ледовые повреждения судов можно разделить на повреждения корпуса и повреждения винторулевой группы. Доля первых из них возрастает и составляет 80—90% общего количества повреждений. Объясняется это, главным образом,

тем, что улучшились конструктивные особенности винторулевой группы судов ледового плавания, особенно ледоколов. Из повреждений корпуса в среднем 60% — вмятины наружной обшивки, 30% — вмятины с трещинами и 10% — пробоины. Среди повреждений винторулевой группы около 60% составляют поломки лопастей винтов, 30% — рулевого устройства, 10% — дейдудов и валов.

Наиболее часто повреждается скуловая часть пояса переменных ватерлиний до водонепроницаемой переборки первого-второго трюмов, а также второй пояс днищевого перекрытия от горизонтального киля, реже — цилиндрическая часть. Эти повреждения встречаются чаще у судов, имеющих ускоренный коррозионно-механический износ корпуса, особенно по выступающим жесткостям набора при наличии гофрировки корпуса. Конечно, целесообразно не направлять в ледовое плавание суда с существенным возрастным износом корпуса, но, очевидно, это нереально: при естественном процессе устаревания и обновления флота всегда будет не хватать «молодых» судов, поэтому направление в сложное ледовое плавание судов «со стажем» диктуется объективной необходимостью. Нам представляется, что полезно разработать универсальные ледовые паспорта судов, в которые включить поправочные коэффициенты на возможные предельные ледовые нагрузки с учетом возраста судна.

Анализ показывает, что в последние годы ледовые повреждения корпусов отдельных типов судов вызваны их конструктивными недостатками: недостаточной толщиной листов обшивки днища, скулы и переменного пояса; слабым набором, непригодностью носовых оконечностей судов к буксировке ледоколами вплотную и др. Сейчас это учитывается при проектировании судов нового поколения, в том числе разрабатываются унифицированные оконечности судов и ледоколов, способ-

ные противостоять высоким нагрузкам при буксировке судов вплотную.

Статистика свидетельствует, что около 90% ледовых повреждений судов происходит не в автономном плавании, а в составе караванов. В общем-то это так и должно быть — ведь караванное плавание, как правило, осуществляется в сложных ледовых условиях, а автономное — в легких. Однако статистика говорит и о другом: в караванном плавании в 50% случаев основной причиной повреждений судов является их навал на кромки канала или удары о крупные обломки льдин, заплывающих в канал. Как показал анализ, причиной этих повреждений послужило несоответствие прочности корпуса судов заданной в караване скорости движения; иногда их можно объяснить несовпадением технических возможностей мощных ледоколов и транспортных судов. Выход один — разработка нормативов ледовых скоростей проводки караванов с учетом технических возможностей транспортных судов и соблюдение этих нормативов судоводителями ледоколов.

Судоводителям ледоколов полезно также поразмыслить, стоит ли проходить во льдах с повышенными скоростями и риском повредить суда. Может быть, в этот момент порт, куда следуют суда, перегружен, и они, прибыв туда, длительное время будут стоять в ожидании своей очереди под разгрузку. Нетрудно, по-видимому, понять и состояние экипажа транспортного судна, которое на повышенных скоростях с ледовыми повреждениями привели в порт, где оно вынуждено простаивать. Поэтому каждый раз все обстоятельства полезно еще и еще раз взвешивать.

Выше шла речь об объективных причинах ледовой аварийности судов, на которые накладывается субъективный человеческий фактор — недостаточный уровень специальной подготовки судоводителей по тактике ледового плавания. В учебных программах морских учи-

лишь этим вопросам уделяется мало внимания, формальный характер иногда носит инструктаж судоводителей судов, направляющихся впервые в ледовое плавание. Влияние этого, как теперь говорят, человеческого фактора в последние годы особенно проявляется при навалах судна на судно, околке ледоколами судов, навалах судов на кромки канала ледокола, при столкновении судов с отдельными льдинами, следующих самостоятельно в редких разреженных льдах. Отдельные аварии во льдах происходят из-за того, что матросы-рулевые не получили должной подготовки и иногда не справляются с управлением судна в сложных ледовых условиях.

Следует сказать и о такой стороне человеческого фактора, как возрастание нагрузки у судоводительского состава ледокольного флота, который стал работать фактически в течение круглого года, в большинстве случаев в условиях повышенной напряженности. Особенно возросли нагрузки у капитанов, которые часто вынуждены нести вахту по 12 ч и более. Естественно, что утомленному человеку труднее принять правильное решение.

Человеческий фактор тесно связан с субъективизмом оценки навигационной ситуации в ледовом плавании. В этом отношении субъективные и объективные причины аварийности судов во льдах тесно переплетаются. Чтобы снизить уровень субъективизма оценки ледовой ситуации, требуются приборы автоматизированного контроля за параметрами движения судов в караване и инструментальные средства распознавания льда по курсу следования судов. Возросла продолжительность плавания судов во льдах в период полярной ночи, следовательно, нужны приборы ночного видения. Отсутствие этих приборов способствует возникновению аварийных ситуаций, особенно в сложной погодной и ледовой обстановке.

## МЕРЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЛЕДОВЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Предыдущие главы книги, освещающие те или иные аспекты ледового плавания, по существу, были посвящены целой совокупности знаний, способствующих предупреждению повреждений судов во льдах. Если судоводитель хорошо усвоил основные навигационные характеристики льда и их условные обозначения на ледовых картах (см. гл. 1), если умеет ориентироваться и управлять судном во льдах в соответствии с правилами, изложенными в гл. 2 и 3, вероятность получения судном ледового повреждения практически приближается к нулю.

Чем лучше судоводитель усвоил азы ледового плавания, тем увереннее он чувствует себя во льдах, а значит, действует смелее и активнее, а в конечном счете безопаснее для своего судна. В противном случае льды ему «не прощают». Таким образом, первое и главное условие безаварийного плавания во льдах — хорошее знание тактики ледового плавания и умение применять эти знания на практике с учетом технико-эксплуатационных возможностей конкретного судна.

Помня, что подавляющее большинство ледовых повреждений суда получают в караванном плавании, целесообразно в сжатом виде еще раз осмыслить правила, которыми следует руководствоваться судоводителям при следовании за ледоколом.

Прежде всего, судам, идущим в караване, необходимо строго сохранять кильватерный строй, занимая в нем свое порядковое место и придерживаясь назначенной дистанции. Основная задача судна, ведомого в караване, — в максимальной мере использовать чистый канал ледокола или впереди идущего судна. Уклонение судна в сторону от кильватерного строя повышает вероятность удара скулой в кромку канала или нераз-

дробленные тяжелые льдины. Если в канале ледокола встречаются труднопроходимые льдины, которые нельзя обойти, следует попытаться развернуть или отодвинуть их. Если канал перед судном закрылся, надо резко уменьшить скорость хода или остановиться, причем судно, идущее сзади, должно быть немедленно предупреждено о снижении хода.

Ледокольная проводка не всегда гарантирует судно от ледовых повреждений, так как за ледоколом неожиданно могут всплыть крупные, опасные для судна обломки льдин. Поэтому судоводители проводимых судов должны постоянно внимательно следить за льдом в канале ледокола, а машина — быть в готовности выполнить любой маневр. Встретив в канале ледокола сразу две крупные льдины, могущие повредить корпус судна, следует разрушить форштевнем или отодвинуть меньшую льдину, а крупную пропустить вдоль борта. Удар по льдине наносится после предварительного уменьшения инерции судна, о чем должно сообщить сзади идущему судну. После удара ход судна надо увеличить, чтобы восстановить нарушенную дистанцию.

Важное условие успешной ледокольной проводки — соблюдение дистанции между судами, назначенной капитаном ведущего ледокола. Эта задача решается без неблагоприятных последствий, когда капитан и его помощники хорошо знают маневренные возможности своего судна. Если это так, внимательно наблюдая за каналом ледокола и впереди идущим судном, можно не опасаться протаранить его: умелым и своевременным маневром всегда можно предотвратить навал. В разреженных льдах даже на большом ходу умелый судоводитель держит дистанцию не больше пяти длин корпуса впереди идущего судна. По мере сплочения льда дистанция и скорость движения уменьшаются с таким расчетом, чтобы предотвратить навал при неожиданной остановке или уменьшении хода впереди идущего судна.

Капитан ледокола и судна обязан быть в готовности в любой момент резко снизить ход своего судна и немедленно предупредить об этом позади идущее судно.

В состав каравана — и об этом надо помнить всегда — обычно входят разнотипные суда, имеющие неодинаковую способность к быстрой смене ходов, различную скорость при режимах работы двигателей малым и средним ходом. Это означает, что сохранить дистанцию в караване, используя только машинный телеграф, почти невозможно. Поэтому на судне необходимо заранее установить порядок увеличения или уменьшения скорости хода в зависимости от числа оборотов двигателей в минуту.

Сохранение заданной дистанции в караване — задача в первую очередь судоводителя того судна, которое следует позади. Судоводитель же впереди идущего судна обязан внимательно следить за позади идущим судном. Если же произошло непредвиденное и возникла опасность навала, судоводитель впереди идущего судна должен на короткое время дать самый полный ход вперед. Это позволит предотвратить столкновение даже тогда, когда впереди идущее судно застряло во льдах: сильная струя воды от его винта отбросит нос нагоняющего судна в сторону.

Особая осторожность нужна судоводителю на поворотах, так как здесь чаще всего происходят застревания судов и навалы их друг на друга. Чтобы избежать их, поворот надо начинать, придерживаясь внутренней кромки канала. Если на повороте скорость судна вдруг начнет падать, надо увеличивать обороты двигателя, чтобы сохранить заданную дистанцию. При поворотах судна, чтобы избежать поломки гребных винтов, необходимо внимательно наблюдать за положением кормы относительно кромок канала или больших льдин.

Если судно застряло в канале ледокола, следует подать сигнал «Стоп. Я застрял во льду». После этого ле-

докол приступает к околке судна, во время которой капитан судна следит за льдом, чтобы не упустить момент ослабления обстановки. Обнаружив благоприятные изменения во льдах и подав сигнал «Я иду вперед, следую за Вами», капитан возобновляет движение.

Движение на заднем ходу опасно тем, что льдины позади судна могут повредить гребные винты и руль. Надо убедиться поэтому, что за кормой или вблизи ее нет тяжелого льда. При вхождении судна кормой в лед следует предварительно погасить инерцию назад и затем, поставив перо руля в прямое положение, двигаться самым малым ходом. Важно не забывать, что при ударе о лед лопасти застопоренных гребных винтов на заднем ходу обламываются чаще, чем на переднем. Вот почему в тяжелых льдах рекомендуется не стопорить двигатели, а оставлять их на самых малых оборотах. Если же винты заклинило льдинами, вахтенный механик должен немедленно доложить об этом на мостик. Вероятность повреждения винтов и гребных валов во льдах повышается, когда винт вращается в направлении, противоположном фактическому движению судна, т. е. когда судно двигается вперед, а винт работает назад, и наоборот. Об этом нужно помнить, когда судно буксируется вплотную за ледоколом.

Во время плавания во льдах, чтобы своевременно обнаружить повреждение корпуса, рекомендуется еже часно проверять, не появилась ли вода в трюмах, не повысился ли ее уровень в льялах (особо следует это делать всякий раз после столкновения со льдом). В машинных отделениях полезно наблюдать за действующими сальниками, чтобы своевременно обнаружить течь. Целесообразно также периодически прокачивать холодильники и очищать кингстоны, так как ледяная каша или шуга может засорить их.

Большое значение для безаварийного плавания во льдах имеет организация внутрикараванной связи по ра-

диотелефону. Каждому судну в караване необходимо иметь два дублированных канала в режиме «прием-передача», работоспособность которых проверяется в ходе формирования каравана. Микрофоны УКВ связи должны находиться у пультов управления судном. Подачу сигналов по радиотелефону при следовании в караване рекомендуется осуществлять в следующей последовательности: называется судно, которому адресуется сигнал; передается содержание сигнала; называется судно, с которого поступил сигнал; если сигнал требует подтверждения о получении, передача завершается словом «прием». Например: «Солнечный», держать дистанцию 3 кб, я — «Ермак» прием». Или: «Всем судам каравана увеличить ход до 8 уз, я — «Красин», прием».

Получив сигнал, судоводитель судна, которому он адресован, отвечает в следующей последовательности: говорит: «Вас понял»; коротко повторяет содержание сигнала; называет свое судно. Например: «Вас понял, работаю полным ходом, я — «Норильск». Если сигнал непонятен, следует назвать позывные корреспондента, своего судна и завершить сигнал фразой «Прошу повторить». Например: «Ледокол «Сибирь», я — «Игарка», прошу повторить». Если сигнал адресован нескольким судам или всему каравану, его репетование судами производится в том порядке, в каком они следуют в караване. Строгое соблюдение указанных правил связи дает возможность судоводителям всех судов каравана, в первую очередь ведущего ледокола, маневрировать во льдах уверенно и спокойно. Формулировка сигналов должна быть короткой, четкой, корректной по форме, их содержание должно толковаться только однозначно. Всем понятно, что в условиях ледового плавания недопустимы окрики, пререкания и, тем более, грубость. Огромную роль в создании благожелательной деловой атмосферы, столь важной для судоводителей судов каравана, играют капитан ледокола и его помощники. На-

конец, следует напомнить правило, выработанное практикой плавания, — не разговаривать по радиотелефону на темы, не имеющие отношения к проводке.

Подытоживая сказанное, заметим, что в ледовом плавании нет мелочей, безопасность судна во льдах зависит от совокупности факторов, но — в первую очередь и в большинстве случаев — от самих судоводителей. Конечно же с увеличением сплоченности льда вероятность получения судном повреждения возрастает, но это совсем не означает, что при каждом осложнении ледовой обстановки неизбежно повреждение судна. Анализ ледовой аварийности показывает, что значительная часть повреждений судов происходит не из-за тяжелых ледовых условий, как это часто утверждают судоводители, а из-за неправильного маневрирования судном во льдах. Общее правило по предупреждению повреждений судов во льдах можно сформулировать так: судоводитель, зная уязвимые места судна в ледовом плавании, должен предвидеть, когда наступит опасность повреждения корпуса, руля или винтов, чтобы умелым маневрированием свести эту опасность до минимума.

Такое умение, обостренное «чувство льда» по курсу судна не приходит сразу. Его нужно прививать судоводителям уже в учебных заведениях, увеличив объем практической подготовки к плаванию во льдах. В настоящее время, когда значительно возросли масштабы морских перевозок в ледовых условиях, этот вопрос весьма актуален. Эффективность специальной подготовки можно повысить посредством широкого применения специальных тренажеров ледового плавания. По-видимому, полезно организовать стажировки неопытных судоводителей на ледоколах и на судах, где работают судоводители с большим опытом ледового плавания. Целесообразно после соответствующей теоретической и практической подготовки выдавать судоводителям специальные удостоверения «Штурман ледового плавания».

Целесообразно учитывать, что в случае ледовых повреждений вопрос определения виновности очень непростой. Если, скажем, пароходство направляет капитана без должной подготовки для работы во льдах в ледовое плавание и его судно получает повреждение, то виноват в этом не только и не столько капитан, а администрация пароходства. Важно также учитывать, при каких ледовых условиях судно получило повреждение. Если оно получило пробину, следуя во льдах сплоченностью 4 балла при видимости 1 кб, очевидно, что дело здесь не в сложной ледовой обстановке, а в неспособности его судоводителей организовать наблюдение и в неумении маневрировать. В подобных ситуациях к виновникам следует принимать строгие меры.

Следует отметить, что отдельные судоводители, понимая, что чем неблагоприятнее ледовая обстановка, тем спросу с них меньше, при ее описании, плохо представляя себе, что такое лед во всем его многообразии характеристик, излишне драматизируют аварийную ситуацию. Вот почему в актах по ледовой аварийности можно встретить такую, например, нелепую фразу: «торосистость 5—7 баллов при сплоченности льда в 4—6 баллов». В результате бывают на практике случаи, когда расследование аварийного случая во льдах сводится не к предупреждению повторения случившегося, а к оправданию виновников аварии.

По-видимому, необходимо повысить воспитательное и предупредительное значение самих ледовых повреждений, происшедших в результате нарушения правил тактики плавания во льдах. Необходимо давать информацию о таких случаях всему судоводительскому составу, плавающему во льдах, с оценкой действия конкретных судоводителей. Как известно, такая практика доказала свою эффективность в деле снижения уровня аварийности на автодорогах. Лучше все-таки учиться на чужих, свершившихся ошибках, нежели на своих.

## ЛИКВИДАЦИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ В СУДОВЫХ УСЛОВИЯХ

Когда судно в плавании во льдах получает повреждения, как правило, возникает задача его ликвидации в судовых условиях. В зависимости от вида ледового повреждения можно рекомендовать определенные приемы, неоднократно с успехом применявшиеся в практике ледового плавания.

Наиболее сложная задача — ликвидация пробоины, имеющей сравнительно большую площадь разрушения. В этом случае подводится пластырь, осушается трюм и на пробоину ставится цементный ящик. Для этого сначала на пробоину кладется кусок листового железа или сооружается из железных прутьев подобие сетки. Узкие части пробоины забиваются деревянными клиньями. После заводки пластыря часто сохраняется течь. Ее можно заделать войлоком, мешками с паклей, матрацами, прижатыми к пробоине щитом с распорками.

Пробоина, сравнительно небольшая по площади и с выступающими рваными краями, заделывается с помощью деревянного ящика. Ящик должен перекрывать всю пробоину с выступающими краями, рваные части которых следует по возможности обрезать. После укладки на дно войлока, пропитанного суриком, и мешков с паклей ящик накладывается на пробоину с таким расчетом, чтобы войлок, свисая по стенкам, служил прокладкой между кромками ящика и обшивкой. Ящик прижимается к пробоине распорками. Такой способ пробоин — мера лишь временная. При первой же возможности деревянный ящик надо заменить цементным.

Трещины в листах обшивки заделываются деревянными клиньями, поверх которых ставится специальная «подушка», а если трещина широкая — цементный ящик. Клинья предварительно покрываются шпаклевкой из сурика или белил. Если трещина узкая, то во

избежание ее дальнейшего распространения целесообразно в конце ее просверлить отверстие диаметром 5—8 мм. Что из себя представляет «подушка»? Это деревянный щит из досок толщиной 40—50 мм, на который гвоздями прибитая толстая парусина с таким расчетом, чтобы ее края имели припуск 20—40 см. По периметру щита на парусину накладывается войлок (смоленая пакля или ворс), пропитанный густотертым суриком (белилами). На этом материале по краю щита из парусины скручивается мягкий валик, который укрепляется гвоздями и пропитывается краской. После того, как «подушка» готова, обрезают концы клиньев и «подушку» с помощью распорок прижимают к трещине.

Крупные вмятины, особенно если они расположены в носовых трюмах вблизи действующей ватерлинии, рекомендуется укреплять. Для этого вдоль судна на шпангоуты в местах их наибольшего выгиба накладывается бревно (брус), предварительно стесанное на концах. Чтобы бревно плотнее прилегало к шпангоутам, на нем делают в соответствующих местах неглубокие вырезы, не ослабляющие бревно. Используя в качестве упора пиллерсы, вентиляторы, туннель гребного вала и т. д., бревно распорками прижимают к шпангоутам. Зазор между обшивкой и бревном забивается клиньями. Укрепленное таким образом бревно будет принимать на себя давление льда на поврежденный участок. В зависимости от размера вмятины ее можно укреплять двумя или даже тремя рядами продольных бревен.

При скручивании баллера руля на 10—15° рекомендуется положить румпель на соответствующее число градусов в сторону, обратную скручиванию, установив после этого указатель положения пера руля на нуль. Иногда на мостике просто ограничивают перекидку руля на соответствующее число градусов в сторону, противоположную скручиванию, и об этом ограничении рулевым и штурманам необходимо всегда помнить. При

скручивании баллера руля более чем на  $10-15^\circ$  следует переставить сектор (румпель) в соответствии с действительным положением пера руля. С этой целью на баллере вырубается новая канавка для соединительной шпонки, а старая канавка заваривается.

В случае серьезных повреждений румпеля или баллера следует завести на судне так называемые руль-шкентели. Для этого два стальных троса крепятся скобой за перо руля, на котором обычно имеется специальное отверстие. Вторые концы заводятся на кормовые лебедки. Диаметр троса зависит от усилия, необходимого для перекладки руля на борт при полном ходе судна. Схему заводки руль-шкентеля на каждом судне целесообразно продумать заранее.

Замена поврежденной съемной лопасти винта производится без особых затруднений с помощью судовых средств, причем рекомендуется предварительно создать дифферент на нос. Снять цельнолитой винт и заменить его новым в условиях ледового плавания невозможно. Поэтому погнутые от ударов о лед лопасти винта выправляют с помощью нагрева, если же они не поддаются выправке, их обрезают.

Ликвидация повреждений судна, особенно таких, которые связаны с потерей водонепроницаемости и мореходности, обязывают капитана и весь экипаж действовать быстро и энергично. При плавании в караване о каждом повреждении, независимо от его размеров и значения для безопасности судна, судоводитель обязан немедленно сообщить на ледокол. Иногда трудно сразу определить весь объем повреждений, полученных судном. В таких случаях судоводитель в своем сообщении должен указать отдельно выявленные и предполагаемые повреждения. Проводка судна, получившего ледовое повреждение, требует от капитана ледокола особого внимания, при необходимости на это судно направляются аварийные партии с других судов каравана.

Масштабы ледового плавания в Мировом океане значительно возросли. Наряду с традиционными ледовыми трассами в умеренных широтах Мирового океана все большее распространение получает плавание во льдах высоких широт — в Арктике и Антарктике. Это объективный процесс, обусловленный развитием экономики всемирного хозяйства, расширением и усложнением мирохозяйственных связей, а также действием ряда факторов глобального характера — истощение природных ресурсов в освоенных районах Земли, продвижение добывающей промышленности в более высокие широты и др. Этот процесс будет развиваться и в дальнейшем более быстрыми темпами, и, как следствие этого, возрастут судопотоки во льдах. Все это дает основание полагать, что ледовое плавание имеет большие перспективы.

Увеличение объема перевозок по ледовым трассам, общее усложнение ледовых условий в связи с продлением навигационного периода в Арктике существенно влияют на структурный состав ледокольного и транспортного флота. В различных странах обсуждаются вопросы строительства ледоколов мощностью 73600—110400 кВт, создания крупнотоннажных судов активного ледового плавания и транспортных судов подледного плавания. Недавно на ледовые трассы вышли суда типа «Норильск», которые по прочности корпуса и мощности энергетической установки, по существу, близки к ледоколам четвертого класса. На очереди строительство других судов такой ледовой категории, в том числе и атомного лихтеровоза с ледопроеходимостью около 1,3 м. Таким образом, вырисовывается тенденция увеличения



числа судов с более высокой ледовой категорией, что в конечном счете ведет к общему удорожанию перевозок.

Это обстоятельство диктует необходимость повышения эффективности работы флота во льдах, в первую очередь повышения организации проводки судов и скорости движения караванов, которые определяют конечные экономические результаты перевозок. Эта задача особенно актуальна для Северного морского пути, где «вширь» идет круглогодичная навигация, охватывая все новые и новые районы. Плавание во льдах Северного морского пути, в том числе и в осенне-зимний период, постепенно приобретает будничный характер, но при этом остается опасным, сложным и — не побоимся этого слова — героическим делом. Арктика остается Арктикой, и буквально каждый рейс сюда связан с необходимостью быстро и правильно решать все новые и новые задачи, которые выдвигают перед судоводителем погода и изменчивая ледовая обстановка.

Надеемся, что решение этих задач облегчит данная книга. Освоение азов ледового плавания, риск, сведенный до минимума выверенностью действий, точным расчетом и профессиональным опытом судоводителей, — вот основа обеспечения безаварийного плавания во льдах и повышения экономической отдачи работы флота. Надо помнить, что риск опасен для того, кто предпринимает во льдах какие-либо действия «на авось», без учета реальных обстоятельств и знания тактики ледового плавания. Не следует увлекаться «рекордоманией» во льдах. Важно эффективно использовать предоставляющиеся на практике возможности, инициативно подходить к выполнению каждого ледового рейса. И тогда со временем у каждого судоводителя появится умение действовать решительно и смело, умение находить единственно правильное решение в сложной ледовой обстановке.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арикайнен А. И. Транспортная артерия Советской Арктики. М.: Наука, 1984. 192 с.
2. Белоусов М. П. О тактике ледового плавания. М.-Л.: Изд-во Главсевморпути, 1940. 71 с.
3. Бородачев В. Е., Чилингаров А. Н. Оптимизация выбора места выгрузки и прокладки транспортных трасс на припае. Л.: Гидрометиздат, Труды ААНИИ, 1981, т. 372, с. 143—148.
4. Бузуев А. Я., Федяков В. Е. Современное состояние зарубежных и отечественных исследований ледяного покрова как среды судоходства. — Обзорная информация ВНИИГМИ-МЦД, 1982. 50 с.
5. Бушуев А. В., Волков Н. А., Лошилов В. С. Атлас ледовых образований. Л.: Гидрометиздат, 1974. 139 с.
6. Виноградов И. В. Суда ледового плавания. М.: Оборонгиз, 1946. 239 с.
7. Витко Н. Использование РЛС «Нептун» при плавании в ледовых условиях. — Морской флот, 1959, № 6, с. 33—36.
8. Волков Н. А., Трешников А. Ф. О новой международной номенклатуре морских льдов. — Проблемы Арктики и Антарктики, 1969, вып. 32, с. 132—135.
9. Воронин Ф. И. Плавание в тяжелых льдах. М.: Морской транспорт, 1956. 179 с.
10. Галков П. Планшет для ведения прокладки пути корабля при плавании во льдах. — Записки по гидрографии, 1959, № 1, с. 71—72.
11. Готский М. В. Опыт ледового плавания. М.: Морской транспорт, 1961. 368 с.
12. Дедюрин А. Мероприятия по предупреждению аварий судов при плавании во льдах. — Морской флот, 1959, № 7, с. 13—15.

13. Дерюгин К. К., Карелин Д. Б. Ледовые наблюдения на морях. Л.: Гидрометиздат, 1954. 168 с.
14. Доронин Ю. П., Хейсин Д. Е. Морской лед. Л.: Гидрометиздат, 1975. 318 с.
15. Дубинин А. И. Плавание в Антарктику. М.: Транспорт, 1966. 244 с.
16. Захаров В. Ф. Льды Арктики и современные природные процессы. Л.: Гидрометиздат, 1984. 136 с.
17. Зубов Н. Н. Льды Арктики. М.: Изд-во Главсевморпути, 1944. 360 с.
18. Информационные ледовые службы мира. — ВНИИГМИ-МЦД, 1981, вып. 2(14), 29 с.; 3(15), 24 с.
19. Кучиев Ю. Повреждение винтов в ледовых условиях. — Морской флот, 1968, № 9, с. 31—32.
20. Куянцев П. Удар о «льдинку». — Морской флот, 1974, № 10, с. 29—31.
21. Лебедев В. П., Шильников В. И. Ледовая авиаразведка на службе у судоводителя. Л.: Гидрометиздат, Труды ААНИИ, 1981, т. 388, с. 6—13.
22. Майнагашев Б., Стоянов И. Скорость и безопасность плавания во льдах. — Морской флот, 1974, № 8, с. 50—52.
23. Международная символика для морских ледовых карт и номенклатура морских льдов. Л.: Гидрометиздат, 1984. 56 с.
24. Морозов Н. Руководство для плавания во льдах Белого моря. — Изд-во Отдела Военной литературы РВСР, 1920. 70 с.
25. Песчанский И. С. Ледоведение и ледотехника. Л.: Морской транспорт, 1963. 345 с.
26. Петров М. К. Плавание во льдах. М.: Морской транспорт, 1955. 255 с.
27. Поданев Ф., Шувалов В., Пименов В. Швартовка в ледовых условиях. — Морской флот, 1975, № 3, с. 34.
28. Романов А. В. Ледовые условия плавания в водах Антарктики. Л.: Гидрометиздат, 1976, Труды ААНИИ, т. 335. 159 с.
29. Руководство по производству ледовой авиаразведки. Л.: Гидрометиздат, 1981. 240 с.
30. Смирнов В. И. Ледовые плавания и их научно-оперативное обслуживание за рубежом. Л.: Гидрометиздат, 1970. 223 с.
31. Филичев Ю. Повреждение винтов в ледовых условиях. — Морской флот, 1968, № 4, с. 21—22.
32. Шамкин Л. А. Измерение скорости судна при плавании во льдах. — Труды ЦНИИМФ, 1978, вып. 234, с. 36—43.
33. Шамкин Л. А. Особенности применения доплеровского гидроакустического лага при ледовом плавании. — Труды ЦНИИМФ, 1979, вып. 245, с. 58—64.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	6

### Глава 1

#### Лед как среда мореплавания

Навигационная характеристика морских льдов	13
Особенности морских льдов	24
Распространение льда в Мировом океане	31
Основы навигационного использования ледовой информации	46
Судовые ледовые наблюдения	73

### Глава 2

#### Самостоятельное плавание транспортного судна во льдах

Общие положения	83
Плавание в зоне вероятной встречи со льдом	91
Вход судна в ледовую зону	93
Выбор благоприятного пути во льдах	96
Скорость ледового плавания	106
Счисление пути судна во льдах	112
Ледовое плавание в особых условиях	120

### Глава 3

#### Плавание судов под проводкой ледоколов

Общие положения	130
Формирование и построение каравана	137
Проводка судов во льдах	142
Проводка судов в особых условиях	151
Особенности работы ледокола во льдах	160

223

Глава 4  
Специфические ледовые операции

Грузовые операции на припае . . . . .	185
Вынужденный дрейф судов во льдах . . . . .	195
Швартовка судов в ледовых условиях . . . . .	200

Глава 5  
Повреждения судов во льдах

Общие положения . . . . .	204
Виды ледовых повреждений и их причины . . . . .	205
Меры предупреждения ледовых повреждений . . . . .	209
Ликвидация повреждений в судовых условиях . . . . .	216
Заключение . . . . .	219
Список литературы . . . . .	221

Научно-популярное издание

АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ АРИКАЙНЕН,  
КИРИЛЛ НИКОЛАЕВИЧ ЧУБАКОВ

АЗБУКА ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ

Обложка художника *В. П. Ачканова*

Технический редактор *Н. Б. Усанова*

Корректор-вычитчик *Н. А. Лобунцова*

Корректор *М. В. Деянова*

ИБ № 3271

Сдано в набор 24.04.86. Подписано в печать 29.12.86. Т-24907. Формат 70×108<sup>1/32</sup>. Бум. тип. № 1. Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл. печ. л. 9,8. Усл. кр.-отг. 10,16. Уч.-изд. л. 9,99. Тираж 13500 экз. Заказ 2213.

Цена 35 коп. Изд № 1-5-0/11 № 3374.

Ордена «Знак Почета» издательство «ТРАНСПОРТ»,  
103064, Москва, Басманный туп., 6а.

Ордена Трудового Красного Знамени тип. издательства Куйбышевского  
обкома КПСС, 443086 ГСП, г. Куйбышев, пр. Карла Маркса, 201.

АИ АРИКАЙНЕН КИ ЧУБАКОВ

# АЗБУКА ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ

Что такое ледяной покров с точки зрения моряка? Каковы правила следования судов в граване? Как грамотно форсировать тяжелую перемычку льда? Насколько опасны сжатия льда при вынужденном дрейфе судна? При каких условиях можно проходить судно в сплоченный лед? Стоит ли буксировать судно во льдах? Можно ли избежать повреждений судна при движении во льдах? Ответы на эти и другие вопросы тактики плавания во льдах вы найдете в этой книге.



ФГБОУ ВО "ТУМРФ имени адмирала С.О. Макарова"