

УДК: 624.143

Обледенение судов и борьба с ним

*А. Е. Солдатенков*¹

Обледенение судов представляется серьезной опасностью для мореходства во всех морских акваториях России. В работе рассматриваются основные физические факторы, даются наставления о недопущении или снижении интенсивности обледенения судов, приводятся варианты технических решений по борьбе с обледенением, имеющиеся на судах и перспективные.

Ice accretion on ships and de-icing. *Alexander E. Soldatenkov, Chairman of the Marine Assembly of Sakhalin Region, Yuzhno-Sakhalinsk.*

Ice accretion on ships is a serious danger to navigation for all seas of Russia. The paper reviews the main physical factors are given instruction on the prevention or reduction of the intensity of icing of vessels. It concludes with options for technical solutions to combat icing available on ships and future.

Введение

Обледенение судна представляет собой нарастание слоя льда на корпусе судна, судовых устройствах, надстройках, палубном грузе, шлюпках и мачтах судна.

Наиболее сильное обледенение судов наблюдается в районе Северной Атлантики (Баренцево и Норвежское море, Северо-Западная Атлантика) и в северной части Тихого океана (Берингово, Охотское и Японское море).

Основной причиной возникновения обледенения является забрызгивание и заливание судна при отрицательных температурах воздуха во время шторма. Значительно реже обледенение вызывается снегопадом, оседанием на судовых конструкциях капель дождя, тумана, парения моря при резком температурном перепаде.

Факторы обледенения судов

Забрызгивание характеризуется тем, что от поверхности моря вследствие механического воздействия (удар волны о судно, срыв гребней волн ветром) отделяется масса воды, которая, прежде чем попасть на судовые конструкции, некоторое время находится в воздухе и подвергается охлаждению им. Схема брызгообразования на мало- и среднетоннажных судах заключается в следующем.

¹ *Солдатенков Александр Евгеньевич* – председатель Морского собрания Сахалинской области, капитан дальнего плавания, г. Южно-Сахалинск.

В момент удара судном о волну поднимается пелена воды – сплошная завеса высотой 1,5–2, 5 м. Выше ее взлетают отдельные всплески, а на высоте 3–4 м (иногда более) образуются брызги. Пелена обрушивается на носовую оконечность сразу, не успевая охладиться, и смывает кристаллы образующегося льда. Всплески же забрасываются ветром ближе к средней части судна уже несколько охлажденными. Брызги залетают еще выше и дальше, успевая значительно охладиться за время нахождения в воздухе, в результате чего бегучий и стоячий такелаж, палубные механизмы, надстройка, мачта обледеневают значительно раньше палубы.

Заливание определяется попаданием значительных масс воды на судно, причем вода практически не подвергается дроблению, как то происходит при забрызгивании.

В начальной стадии обледенения судно подвержено забрызгиванию в большей степени, а при значительном обледенении преобладает заливаемость.

Основные факторы, влияющие на степень забрызгивания, – посадка судна, его скорость и курсовой угол к направлению бега волны. С увеличением скорости судна время получения ледовой нагрузки сокращается. Наиболее интенсивное забрызгивание наблюдается при курсовых углах 15–35° к направлению бега волны. С уменьшением скорости курсовой угол максимального забрызгивания уменьшается.

Медленное обледенение происходит при любой скорости ветра и температуре воздуха от –1 до –3 °С при забрызгивании, осадках, тумане, парении моря, а также при скорости ветра до 9 м/с и температуре воздуха –4 °С и ниже.

Быстрое обледенение происходит при скорости ветра от 10 до 15 м/с и температуре воздуха от –4 до –8 °С.

Очень быстрое обледенение происходит при скорости ветра от 10 до 15 м/с и температуре воздуха –9 °С и ниже, а также при скорости ветра 16 м/с и более и температуре воздуха –4 °С и ниже.

По мере увеличения степени обледенения судна интенсивность обледенения увеличивается.

Влияние на мореходные качества судна

В процессе обледенения увеличивается ледовая нагрузка и, соответственно, осадка судна. По мере увеличения ледовой нагрузки судно испытывает более сильные удары о волны, брызги поднимаются выше и покрывают все большую площадь. Обледенению подвергаются высокорасположенные конструкции судна, тем самым повышается центр тяжести ледового панциря и резко ухудшается остойчивость судна. Судно становится валким, медленно и неохотно выпрямляется, подолгу задерживаясь в накренном состоянии.

За счет покрытия надводной части судна льдом увеличивается площадь парусности и возрастает кренящий момент от действия ветра.

Замерзание шпигатов и штормовых портиков приводит к образованию большой массы воды между фальшбортами, что резко снижает плавучесть и еще более ухудшает остойчивость.

Из-за неравномерного распределения льда по длине судна появляется и увеличивается дифферент на нос. Так как лед быстрее нарастает на подветренной стороне (противоположной той, на которую дует ветер), появляется постоянный крен судна. Ухудшается управляемость судна и снижается его скорость.

Аварийные случаи, связанные с обледенением судов

В январе 1965 г. глубокий циклон прошел над восточной частью Берингова моря. В его тыловой части были ураганные ветры и низкие температуры до -22 – -25 °С. Рыболовные суда, которые оказались в зоне действия циклона, подверглись очень сильному обледенению. Более двух суток их экипажи вели непрерывную борьбу со стихией, постоянно скалывая лед с надстроек, рангоута, такелажа и палуб. Обледенение прекратилось лишь тогда, когда суда вошли в сплошной лед. Однако четыре судна – СРТ «Севск», «Себеж», «Бокситогорск» и «Нахичевань» – потеряли остойчивость и в результате этого перевернулись и затонули. Из экипажей судов спасся лишь один человек.

20 февраля 1966 г. жестокий циклон прошел над Северными Курилами и Южной Камчаткой. Скорость ветра в его тыловой части превышала 50 м/с, а температура воздуха понизилась до -22 °С. Суда, которые находились у восточного берега Камчатки, попали в зону интенсивного обледенения. С их надстроек, рангоута и палуб было сколото и выброшено за борт много тонн льда. Однако команды не успевали справиться с его нарастанием. Мачты и ванты превратились в сплошные глыбы льда. Лобовая сторона надстройки и траловая лебедка покрылись метровым ледяным панцирем. Судовые антенны не выдержали тяжести льда и оборвались; прекратилась всякая связь.

Суда потеряли остойчивость, крен достигал такой величины, что крыло мостика наполовину уходило в воду. Даже у крупнотоннажных судов водоизмещением свыше 8 тыс. т. толщина льда на салингах мачт достигала 30–40 см.

Циклон захватил суда, находившиеся у волнолома в закрытом ковше порта Северо-Курильск. Семь судов типа РС–300, которые были у мола, покрылись сплошной броней льда. Усилий команд не хватило, чтобы спасти их: четыре судна были полностью покрыты льдом и перевернулись. Три сейнера, связанные друг с другом, образовав своего рода тримаран, отошли от мола на 20 м, чтобы уменьшить нарастание льда. И хотя они имели нулевую плавучесть, их удалось спасти.

Перед выходом в рейс в районы моря, в которых возможно обледенение, необходимо принять предупредительные меры. Нужно проверить водонепроницаемость и надежность закрытия грузовых и других люков, иллюминаторов и прочих отверстий в бортах, палубах и надстройках судна; проверить исправность шпигатов, штормовых портиков и их крышек, обеспечить исправность и надежность действия балластной и осушительной системы. Суда должны быть снабжены ручным инвентарем для борьбы с обледенением в соответствии с нормами, приведенными в НБЖР: ломami, топорами-колунами, пешнями, скребками, стальными лопатами, деревянными мушкетелями. Для членов экипажа, которые должны работать на палубе, необходимо предусмотреть спасательные пояса с карабином и предохранительным тросом длиной 30 м. Следует позаботиться о наличии теплой одежды. Проверяется надежность средств внешней и внутрисудовой связи.

Необходимо составить расписание по борьбе с обледенением, ознакомить экипаж с расположением и использованием средств борьбы с обледенением.

При угрозе обледенения необходимо выполнить на судне весь комплекс мероприятий, проводимых при подготовке судна к плаванию в штормовых условиях. Следует привести в исправность все водоотливные средства и аварийное снабжение, запрессовать забортной водой все пустые днищевые цистерны, насколько это позволяет запас высоты надводного борта. Все имеющиеся на судне средства борьбы с обледенением должны быть приведены в готовность, проверена исправность палубного освещения и судовых прожекторов.

Необходимо своевременно прекратить промысловые и грузовые операции и принять меры к выводу судна из опасного района.

Хорошим укрытием для судна могут быть подветренные кромки ледяных полей, районы теплых течений, защищенный от ветра район береговой полосы.

20 февраля 1966 г. РС «Пильво» находился у восточного берега Камчатки. Как только ветер начал усиливаться, капитан повел судно под берег, а когда ураган достиг максимального развития, он был уже в полукабельтове от берега. Хотя судно очень сильно обледенело, экипаж имел возможность скалывать лед, и сейнеру не грозила потеря остойчивости.

СРТ «Кит» в это же время вышел в океан через Первый Курильский пролив. Судно моментально начало покрываться льдом. Капитан, заметив большие поля шуги и мелкобитого льда, выносимого из Охотского моря через пролив в океан, ввел судно в лед и дрейфовал вместе с ним, чем избежал обледенения.

Следует, однако, считаться с тем, что вблизи берега судно встречается с более короткой и крутой волной и забрызгивается интенсивнее. Когда судно при килевой качке раскачивается и падает вниз, встречаясь с поднимающейся волной, возникает слеминг, при котором образуется большее количество

брызг. Кроме того, у берега наблюдаются более низкие температуры воздуха и воды, при которых обледенение происходит интенсивнее.

Борьба с обледенением судов

Борьба с обледенением заключается, прежде всего, в околке льда с помощью ручного инвентаря. В первую очередь надлежит освобождать ото льда радиоантенны, ходовые огни, спасательные средства, такелаж, рангоут, двери надстроек и рубок, брашпиль, якорные клюзы. Для беспрепятственного стока воды с палубы не допускать замерзания шпигатов, примерзания крышек штормовых портиков.

При работе на палубе каждый член экипажа должен иметь предохранительный пояс со страховочным концом, надежно закрепленным на судовых конструкциях.

При возможности для борьбы с обледенением используется пневмобильный инструмент, пар, горячая вода, вода под давлением.

Очистку ото льда больших судовых поверхностей следует начинать с наиболее высоко расположенных конструкций (мостиков, рубок), так как их обледенение наиболее значительно ухудшает остойчивость судна. При возрастании периода качки на 20–25 % следует незамедлительно принимать меры по увеличению остойчивости.

При возникновении несимметричного обледенения скалывать лед надлежит в первую очередь на стороне пониженного борта.

При борьбе с обледенением исключительно важное значение имеет моральный фактор, обеспечивающий мобилизацию всех человеческих сил на преодоление смертельной опасности. Опыт плавания показывает, что суда, на которых хорошо поставлена организация службы, сплоченно работает экипаж, обеспечено квалифицированное наблюдение за погодой и анализ метеоданных, благополучно выходят из самой опасной ситуации.

Системы антиобледенения судов. Варианты технических решений

Со времен обкалывания льда подручными средствами энерговооруженность морских судов возросла многократно, одновременно усилилась автоматизация и механизация производственных процессов. Это привело к уменьшению численности экипажей и, как следствие, к уменьшению возможностей по околке льда подручными средствами. Следовательно, хотим мы этого или не хотим, а механизировать процесс оковки льда придется.

1. Унифицированная система водяной защиты (УСВЗ)

Система разрабатывалась для кораблей Военно-морского флота и мобилизационно-предназначенных гражданских судов. Назначение системы: дегазация и дезактивация надстроек, палубы и бортов после попадания кораблей и судов под воздействие оружия массового поражения (ОМП), таких, как боевые отравляющие вещества и вторичные поражающие факторы ядер-

ных взрывов в виде радиоактивных осадков. Суть действия системы: веерное покрытие максимально большей площади наружной поверхности корпуса и надстроек раствором на основе морской воды с добавлением моющих средств (детергентов) для уменьшения адгезивных свойств смываемого материала. Причем желательнее это делать при угрозе применения ОМП, а не после его применения. Для этого внутри корпуса и на внешней поверхности надстроек монтировалась разветвленная сеть трубопроводов и веерных наконечников. Морская вода забиралась насосами из подднищевое пространство корабля и под давлением подавалась в смесители. В смесителях в воду подмешивались активные действующие вещества, она подогревалась паром, и эта смесь подавалась к палубным и бортовым наконечникам. Равномерность давления на наконечниках обеспечивалась небольшим количеством редукционных клапанов и дроссельных шайб. Идея использовать систему как противообледенительную появилась случайно. Один из первых кораблей, оборудованных СВЗ (это был паросиловой эскадренный миноносец проекта 56), проходил испытания в зимних условиях Кольского залива и был вынужден испытать систему в условиях обледенения включением системы по участкам. К немалому удивлению испытателей, моющий раствор на оmyваемых участках не замерз и после прекращения оmyвания образовал покрытие, которое значительно уменьшило сцепление намерзающего льда с наружными поверхностями. Тут же появилась идея подавать по системе не моющий раствор, а пар. После конструктивного обеспечения подачи или моющего раствора или пара система стала унифицированной и получила название УСВЗ. Автор статьи в декабре 1976 г. – январе 1977 г. принимал участие в ходовых заводских и государственных испытаниях в качестве командира малого противолодочного корабля МПК–143 проекта 1124 в районе Владивостока. Зима выдалась очень холодная, и все испытания проходили в условиях обледенения корпуса корабля. УСВЗ зарекомендовала себя очень хорошо. Один недостаток: малые запасы пресной воды на кораблях проекта 1124.

Достоинства системы:

- 1) почти полное покрытие внешних поверхностей надстроек и корпуса;
- 2) возможность смешивания разнообразнейших растворов, эффективных в конкретных случаях применения;
- 3) высокая степень готовности к применению;
- 4) возможность включения системы по участкам (именно со стороны налипания льда);
- 5) неограниченные запасы забортной воды;
- 6) минимизация механических повреждений сложных наружных устройств.

Недостатки системы:

- 1) дороговизна изготовления (трубопроводы медные, наконечники бронзовые для коррозионной стойкости от морской воды);

- 2) трудности в сохранении (попробуйте сохранить редко используемую систему из медного трубопровода в ходе нескольких десятилетий эксплуатации гражданского судна);
- 3) повреждаемость при погрузо-разгрузочных работах;
- 4) зависимость от наличия на судне вспомогательных паровых котлов;
- 5) зависимость от наличия запасов пресной воды для получения пара.

2. Вибрационно-резонансные механические системы

Впервые вибрационно-резонансные механические системы были применены на пассажирских самолетах ИЛ-62. Суть системы в том, что в расчетных точках несущих плоскостей и корпуса самолета устанавливались ударно-импульсные устройства, создающие механические колебания на частотах, близких к резонансным для этих поверхностей. Вибрация нарушает прочность сцепления металла корпуса и крыльев с наледью, остальное доделывает набегающий воздушный поток.

В судовых и корабельных условиях нет необходимости устанавливать стационарные вибрационно-резонансные системы. Достаточно иметь несколько переносных вибраторов на основе асинхронных двигателей с ротором-эксцентриком (в качестве примера – вибраторы мобильных телефонов) и узлы крепления этих вибраторов к очищаемым участкам надстроек как снаружи, так и изнутри. Узлы крепления должны быть обеспечены подачей электроэнергии и иметь хороший доступ для установки/съема вибраторов одним-двумя членами экипажа. Периодическое включение и выключение вибраторов обеспечит вибрацию в широком диапазоне частот (или использование регулятора числа оборотов), среди которых будут и околорезонансные, т. е. наиболее эффективные для скалывания наледи. Конечно, все это должно быть заранее рассчитано корпусниками-прочнистами, ибо явление механического резонанса весьма разрушительно. В авиации оно известно как флаттер.

Недостатки системы – зависимость от наличия бортового напряжения, что в аварийных ситуациях не гарантируется; трудности в обеспечении сохранности не часто используемой системы в условиях быстроменяющихся экипажей судов.

3. Индукционно-ударные системы

Идея возникла на базе индуктивно-реактивных двигателей. Они дальше экспериментов не пошли, но показали возможность создания движителей на основе взаимодействия магнитного поля и морской воды. Лед из соленой морской воды в отличие от пресного льда даже при самых низких температурах сохраняет электропроводность, то есть, как и любой проводник, будет взаимодействовать с внешним магнитным полем через магнитное поле самоиндукции. Таким образом, под воздействием переменного магнитного поля морской лед будет подвергаться деформации с последующим разрушением ледового покрытия. Этот способ очистки надстроек и корпуса судна особенно применим, если материалом корпуса и надстроек будет дерево или пластмас-

са. А наиболее значительное механическое взаимодействие поля и проводника возникает именно при переходных процессах. Если это взаимодействие будет происходить в области резонансных или околорезонансных частот, то эффективность разрушения ледового покрытия значительно возрастет.

4. Сверхвысокочастотный разогрев

Как известно в проводниках, находящихся под воздействием высокочастотных магнитных полей, возникают вихревые токи (токи Фуко). Вихревые токи разогревают металл корпуса, что обеспечивает подтаивание наледи и уменьшение сцепления наледи с корпусом. В свою очередь, это облегчает околку льда вручную, а в сочетании с вибрацией еще и позволяет механизировать процесс оковки.

5. Предварительная обработка антиобледенительными составами

Этот вариант технического решения для борьбы с обледенением тоже родом из авиации. Только самолеты обрабатывают перед каждым полетом, если по прогнозам синоптиков возможно прохождение самолета через зоны обледенения. Внешние поверхности корпуса и надстроек судов можно обрабатывать антиобледенителем из ранцевых распылителей непосредственно при обнаружении опасности обледенения по судовым метеонаблюдениям за температурой, влажностью, осадками и ветром.

3

Заключение

Мореплавание в штормовых и ледовых условиях дальневосточных морей России нуждается в целевом проектировании нового высокоэффективного флота, наилучшим образом адаптированного к решению конкретных производственных задач с наивысшей эффективностью в любых условиях плавания, и в том числе с учетом отсутствия или крайне слабого обустройства морской инженерной инфраструктуры Сахалина и Курильских островов.

Наряду с обязательными наставлениями мореплавателям в столь сложных условиях плавания, океанский флот должен оснащаться специальными судовыми системами и техническими устройствами для безопасной работы в любых гидрометеорологических условиях. В настоящей работе показываются варианты частичной инженерной модернизации действующих судов, в том числе с целью мирного использования судовых систем военного назначения для достижения безопасности мореплавания в условиях интенсивного обледенения.