

**Бобыр В.А.**

## **КЛАССИФИКАЦИЯ СУДОВИХ ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

*Разработана классификация судовых эргатических систем (СЭС), которая может быть использована при решении различных проблем в дальнейших научных исследованиях по уменьшению энтропии СЭС.*

**Ключевые слова:** судовая эргатическая система, классификация, энтропия, морской флот.

**Bobyr V.**

## **A SHIP ERGATIVE SYSTEM CLASSIFICATION**

*A ship ergative system (SES) classification was developed which may be used for solving various problems in further scientific investigations to diminish entropy of SES.*

**Keywords:** ship ergative system, classification, entropy, marine fleet.

УДК 656.6

**Ивановская А.В., Богатырева Е.В.**

## **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ФОРМИРОВАНИЮ МИКРОКЛИМАТА ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ В СУДОВЫХ ТРЮМАХ**

*В статье осуществлены постановочные исследования, которые являются научно обоснованными по созданию основ расчета обеспеченности микроклимата перевозки и хранения грузов, обоснование разработки способов и инженерных средств вентиляции, позволяющих управлять микроклиматом для осуществления качественного процесса хранения груза.*

**Ключевые слова:** груз, судно, микроклимат, вентиляция.

Важнейшей проблемой эксплуатации грузовых судов является создание нормальных условий обеспечения сохранности грузов и предупреждения возникновения взрывопожароопасной обстановки.

В процессе морской перевозки на грузы оказывает воздействие окружающая среда – атмосферный воздух и забортная вода, которая омывает грузовые трюмы и танки судна.

В условиях морской перевозки грузов различают три вида изменений температуры наружного воздуха: эпизодический, зависящий от местных условий плавания и изменения погоды; суточный, зависящий от солнечной радиации, свойств предметов, формы поверхности и цвета их окраски; общерейсовый, зависящий от района плавания судна.

Суточные колебания температуры предметов изменяются в больших пределах в зависимости от свойств материалов, цвета предметов, формы поверхности (сечения) и их размеров.

Неравномерный тепловой приток солнечной энергии приводит к суточным колебаниям температуры воздуха, воды и предметов. Самая низкая температура воздуха наблюдается перед восходом солнца, самая высокая (над морской поверхностью) – около полудня.

В порту суточная амплитуда зависит от рельефа местности и широты, на которой расположен порт стоянки судна.

В портах экваториальной зоны максимальные суточные колебания температуры воздуха составляют около 20°C, в портах тропической зоны – около 12°C. В умеренных широтах колебания температуры составляют около 7°C, а в портах полярной зоны бывают еще меньше. Эпизодические колебания температуры воздуха связаны с изменением погоды и могут изменяться в пределах нескольких градусов в час. Эпизодические колебания температуры иногда намного превышают значения средних суточных колебаний.

Общерейсовые изменения температуры воздуха, зависящие от района и дальности плавания, могут достигать 50°C и более, если плавание проходит через различные широты.

Амплитуда суточных колебаний воды вдали от берегов обычно составляет не более 1°C. Общерейсовое изменение температуры воды бывает весьма значительным и может колебаться в пределах до 30°C.

Грузовые помещения, в которых находятся грузы в процессе морской перевозки, являются закрытыми пространствами, в которых образуется свой микроклимат. Перевозчик на всем протяжении рейса обязан контролировать, а, если возможно, то и регулировать атмосферу трюмного воздуха для создания оптимальных условий хранения всей массы погруженного в трюм груза.

Погруженный на судно в каких-то определенных климатических условиях, груз предохраняется от воздействия внешней среды на всем переходе морем обшивкой корпуса и воздушной средой, которая заключена между обшивкой судна и ограждением рыбинсов. Температура груза, особенно его внутренних слоев, не успевает сравняться с температурой внешней среды за время перехода. Поступление тепла через трюмные ограждения составляет 5-10% того количества, которое требуется для выравнивания вышеуказанных температур. При перевозке навалочных грузов прогревание происходит только на глубину 1 м, остальная часть штабеля, особенно его центральная часть, сохраняет свою первоначальную температуру, т. е. температуру порта погрузки. При перевозке генеральных грузов глубина прогрева будет зависеть от плотности укладки груза, наличия вентиляционных каналов, проложенных в штабеле груза и интенсивности вентиляции.

Теоретически можно рассматривать случай однородного температурного поля судна, груза и окружающей среды, но в практике морских перевозок это маловероятно.

Кроме того, для трюмов сухогрузного судна рассматриваются четыре характерных состояния:

- трюм не загружен грузом, люки задраены и вентиляция перекрыта. Это состояние трюма возможно при стоянке судна вне эксплуатации, балластном переходе или при дегазации судна;

- вентиляция незагруженного трюма. Это имеет место при сушке трюмов, балластном переходе и проветривании трюма;

- при переходе груженого судна в штормовых или других сложных условиях, когда открывать вентиляцию невозможно или нецелесообразно;

- при переходах груженого судна с открытой вентиляционной системой.

В результате колебания температуры корпуса судна в трюмах в подпалубном пространстве будут развиваться различные термодинамические процессы, на которые будет оказывать влияние характер груза, особенно если в трюме находится гигроскопический груз.

Под воздействием неравномерного теплообмена груза с окружающей средой в массе гигроскопического груза возникает градиент температур, что, в свою очередь, вызывает перемещение влаги, содержащейся в грузе. Это перемещение происходит в направлении, противоположном градиенту температур и приводит к усушке более подогретых и увлажнению более холодных участков штабеля грузов. Для уменьшения усушки груза при переходе из районов низких широт в высокие широты с более холодным климатом необходимо обеспечить снижение температуры массы груза в соответствии с температурой окружающей среды.

Если судно совершает рейс зимой в одной климатической зоне, то температура воды выше температуры наружного воздуха. В этих условиях тепловые потоки перетекают снизу вверх,

захватывая и потоки влаги. В зимних условиях, как правило, температура груза ниже температуры забортной воды, следовательно, тепловые потоки направлены от подводной части трюмного ограждения к грузу и от него к надводной части трюмного ограждения. Поскольку теплопроводность второго дна меньше теплопроводности бортов в подводной части, то это вызывает интенсивную миграцию влаги внутрь массы груза. Влага из подпайольного пространства также мигрирует внутрь штабеля груза. Все это, вместе взятое, вызывает увлажнение груза в середине штабеля. Влага, испаряющаяся из груза, переносится конвективными потоками в подпалубное пространство и конденсируется на подволоке трюма.

Поверхностная вентиляция наружным воздухом прекращает конденсацию влаги на подволоке, но, усиливая процесс перемещения влаги из массы груза в подпалубное пространство, способствует усушке груза. При плавании судна летом в одной климатической зоне температура воды обычно ниже температуры наружного воздуха, а надводная часть судна, кроме того, подвергается еще обогреву лучами солнца. При этих условиях тепловые потоки, направленные сверху вниз, увлекают за собой и потоки влаги. В результате этого процесса увлажняется нижняя часть груза.

Вентиляция трюмов наружным воздухом усиливает процесс теплопередачи от наружного воздуха к грузу, но существенных изменений микроклимата трюма не вызывает.

Увлажнение или усушка груза будет зависеть от параметров вентиляционного воздуха. Ночью при резких колебаниях суточных температур возможно отпотевание на подволоке палубы твиндека. Для предотвращения отпотевания рекомендуется в ночное время производить вентиляцию твиндеков, но предварительно следует рассчитать параметры трюмного и наружного воздуха.

При переходе судна с юга на север температура груза в трюмах выше температуры воды и воздуха. Тепловые потоки, идущие от груза к трюмному ограждению, переносят влагу от центра к краям штабеля груза и затем к холодному ограждению трюма, что вызывает конденсацию влаги на обшивке корпуса судна и подволоке палубы. Часть влаги мигрирует от центра штабеля к пайолу и вызывает увлажнение нижней части груза. Конденсация влаги в подпалубном пространстве может привести к подмочке верхнего слоя груза в результате падения капель влаги с подволока на груз.

В зависимости от параметров наружного воздуха вентиляция трюмов дает различные результаты. Если наружный воздух сухой, то усиливается процесс перемещения влаги из массы груза и происходит усушка груза. Влажный вентиляционный воздух может ликвидировать процесс конденсации влаги на трюмном ограждении, но при этом сам груз может отсыреть. При резком падении температуры наружного воздуха вентиляция трюмов холодным воздухом приводит к отсыреванию груза.

Вентиляция груза при переходе с юга на север необходима, но она приводит к усушке, а иногда к внутреннему отсыреванию груза. Подмочка и отсыревание груза при переходе из теплой зоны в холодную могут быть предотвращены путем выравнивания температуры груза и температуры внешней среды.

В тех случаях, когда судно совершает переход с севера на юг, т. е. из холодных мест в теплые, холодная масса груза воспринимает тепло от трюмного ограждения. При этом можно выделить три разных по силе тепловых потока: наибольший – от прогретой солнцем палубы, нормальный – от бортов подводной части судна и наименьший – от пайола. Влага, переносимая этими потоками, увлажняет часть груза, расположенную ближе к пайолу. Если в трюм подается теплый влажный воздух, то он, попадая на груз, охлаждается и вызывает конденсацию влаги на массе холодного груза. При этом абсолютная влажность трюмного воздуха увеличивается в соответствии с ростом влагосодержания наружного воздуха, интенсивностью вентиляции и влагоотдачи груза. Вследствие нагревания поверхности груза в период вентиляции миграция влаги с периферии к середине штабеля груза будет более интенсивной, чем при закрытом трюме, что приводит к отсыреванию груза. Если переход осуществляется вдоль меридиана, то через 2-3 сут. точка росы наружного воздуха будет

выше температуры груза. В этих условиях вентиляция приводит к конденсации влаги на грузе.

На судах, оборудованных естественно-принудительной или механической вентиляцией, при переходе с севера на юг вентиляторы трюмов должны быть задрены. В порту выгрузки теплый влажный воздух через раскрытые люки попадает в трюм и при контакте с холодным грузом вызывает конденсацию влаги на грузе.

Предотвратить эти нежелательные процессы можно только такой схемой вентиляции, которая позволит выровнять температуру груза с температурой внешней среды. Учитывая, что на судах с естественно-принудительной и механической вентиляциями это сделать невозможно, при необходимости перевозки ценных гигроскопических грузов в сложных климатических условиях надо использовать суда, оборудованные системой кондиционирования воздуха в грузовых трюмах.

В таких условиях состояние благоприятного микроклимата для перевозимых грузов является весьма сложной, но актуальной задачей. Влияние гидрометеорологических условий внешней среды может привести к изменению физического и химического составов различных грузов и повлиять на их качество. Значительная часть (до 30% и более) перевозимой продукции из-за низкого качества после хранения не доходит до потребителя. В результате рентабельность перевозки резко снижается, расход энергоресурсов возрастает.

Создание необходимого микроклимата в помещениях обеспечивается комплексом корабельных и судовых систем микроклимата, среди которых важное значение принадлежит системам вентиляции. Ими обслуживаются практически все судовые помещения. Кратность воздухообмена оценивается отношением объема воздуха, поступающего в помещение в течение часа к внутреннему объему помещения. Она зависит от назначения помещения и определяется Санитарными правилами [1] и Правилами Регистра [2] для гражданских судов и морских инженерных сооружений и инструкциями для надводных кораблей и подводных лодок.

Проблема обеспечения микроклимата в трюмах является комплексной. На современном этапе её разработки практически решена задача по защите микроклимата от воздействия наружного климата [3, 4]. Однако остается неизученной основная задача, которая должна решаться вентиляцией в расчетном режиме – определение ожидаемой обеспеченности микроклиматических параметров хранения и требуемого для этого сочетания взаимосвязанных расчетных параметров системы «вентиляция – груз». Это позволит не только обоснованно выбрать решение вентиляции из числа применяемых, но и приступить к разработке высокоэффективных технологий.

Основная причина отставания в этой области вентиляции состоит в неизученности протекания многомерных нестационарных процессов тепло- и влагопереноса при вентилировании продукции потоками, широко использующихся в современных системах вентиляции трюмов.

**Целью** исследования является научное обоснование и создание основ расчета обеспеченности микроклимата перевозки и хранения грузов, разработка способов и инженерных средств вентиляции, позволяющих управлять микроклиматом и получить качественное хранение груза.

Для достижения основной цели исследования необходимо решение следующих вспомогательных задач:

- проанализировать современное состояние вентиляции судовых помещений;
- выявить основные проблемы, связанные с вентиляцией грузовых помещений;
- обосновать теплофизической модели для достоверного воспроизведения сложных теплообменных процессов в слоях перевозимых грузов при решении плоской и объемной задач;
- теоретически и экспериментально обосновать физико-математические модели нестационарного теплообмена в слоях перевозимого груза при его охлаждении двухмерными потоками в насыпи и трехмерными потоками в решетчатых контейнерах;

- изучить и обобщить закономерности развития двухмерных потоков в насыпи, характерных для активной вентиляции и сложного движения потоков в штабеле контейнеров;
- установить определяющие факторы и расчетные параметры системы «вентиляция – перевозимый груз», влияющих на закономерности формирования полей скоростей и температур при расположении хранимой продукции в насыпи и в решетчатых контейнерах;
- обосновать методику расчета высокотехнологичных систем вентиляции с высокими показателями качества и коммерческая оценка ожидаемых результатов реализации предложений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по гигиене и санитарии на морских судах / Под редакцией Ю.М. Стенько и Г.И. Арановича. – Л.: Судостроение, 1989.
2. Правила классификации и постройки морских судов / Российский Морской Регистр Судоходства. Тома 1, 2 и 3. СПб., 2003.
3. Макаров В.Г. Вентиляция судовых помещений // Российская Морская энциклопедия: В 6-ти томах. Т.1. СПб.: Судостроение, 2006. – 399 с.
4. Селиверстов В.М. Расчеты судовых систем кондиционирования воздуха [Текст] / В. М. Селиверстов. – Л. : Судостроение, 1971. - 263 с.

**Івановська О.В., Богатирьова О.В.**

### **ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ З ФОРМУВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ У СУДНОВИХ ТРЮМАХ**

*У статті здійснено постановочні дослідження, які є науково обґрунтованими, по створенню основ розрахунку забезпеченості мікроклімату перевезення і зберігання вантажів, обґрунтування розробки способів та інженерних засобів вентиляції, що дозволяють управляти мікрокліматом для здійснення якісного процесу зберігання вантажу.*

**Ключові слова:** вантаж, судно, мікроклімат, вентиляція.

**Ivanovskaya A., Bogatureva E.**

### **STATEMENT OF THE PROBLEM RESEARCH ON THE FORMATION OF CLIMATE IN THE SHIPPING HOLDS**

*The article carried staged research which are scientifically based on the foundation of calculating security climate transportation and storage of goods, grounding of the ways and means of ventilation engineering, allow you to control the climate of the quality process for cargo storage.*

**Keywords:** cargo, ship, microclimate, ventilation.

УДК 621.396.967

**Воробей В.И.**

### **АЛГОРИТМ САМООБУЧЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ**

*Рассмотрены особенности классификации радиолокационных сигналов в средствах автоматической радиолокационной прокладки при решении задач управления движением судна. Приведен метод получения самообучающихся алгоритмов классификации с учетом особенностей обработки радиолокационной информации.*

**Ключевые слова:** радиолокация, классификация, самообучение.