



УДК 629.122

Мизгирев Дмитрий Сергеевич, д.т.н., профессор кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Волжский государственный университет водного транспорта
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

Борисов Михаил Александрович, аспирант кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Волжский государственный университет водного транспорта
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ВОЗДУХА НА СУДАХ И КОНСТРУКЦИИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

Аннотация. Данный материал является кратким обзором известных технологий обработки и подготовки воздуха. Выполнена краткая оценка уровня адаптации судовых систем вентиляции к перечисленным методам воздухоподготовки. Приведены принципиальные схемы технологий обработки воздуха и краткое описание систем вентиляции.

Ключевые слова: система вентиляции, вентиляция, подготовка воздуха, обработка воздуха, технологии обработки воздуха, воздух, воздухообмен, микроклимат.

Система вентиляции служит для удаления избытков теплоты, влаги и вредных газов из судовых помещений путем нагнетания в них свежего наружного воздуха и удаления загрязненного [1].

Для обеспечения помещения свежим воздухом приточные системы вентиляции судов снабжают: фильтрующими элементами, калориферами, рекуператорами, охладителями, обеззараживающими установками.

Для уменьшения загрязнения окружающей среды вытяжной воздух также может быть подвержен фильтрации, но на судах такое практикуется только в камбузах.

В настоящее время применяются следующие процессы обработки воздуха: фильтрация, подогрев, охлаждение, увлажнение, осушение, обеззараживание, ионизация.

Фильтрация – фильтрующие элементы по своему материалу и конструктивному исполнению имеют большое разнообразие [2,3,4]. По возможности регенерации выделяют самоочищающиеся и не самоочищающиеся. По геометрии фильтрующего элемента: рулонные, ячеиные, панельные, с пористым, гофрированным, волокнистым материалом, мешочные, шторчатые. По принципу действия: механические, электрические (рис. 1), с использованием особых физических принципов. По материалу: с металлическими или винилпластиковыми сетками, упругим стекловолокном и др. По влажности: сухие, смоченные, жидкостные. По рейтингу фильтрации: грубой, тонкой, особо тонкой очистки.

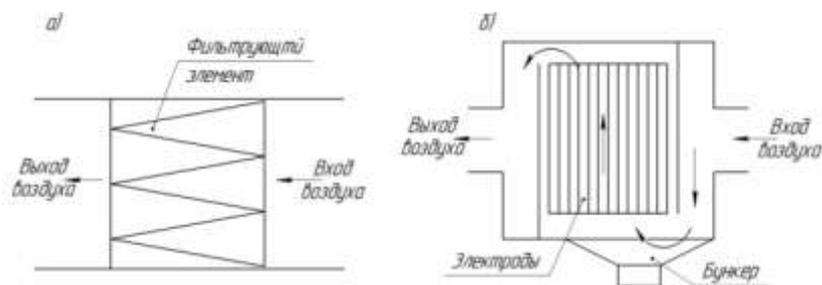


Рис. 1. Принципиальная схема фильтра: а) тканевый; б) электрический

Калориферы и охладители позволяют изменить температуру воздуха в системе вентиляции при помощи теплообмена с теплоносителем. В качестве теплоносителя может выступать горячая либо холодная вода, водяной пар, горячий воздух, хладагент. Также применяют электронагреватели [3]. Принципиальная схема изображена на рисунке 2.

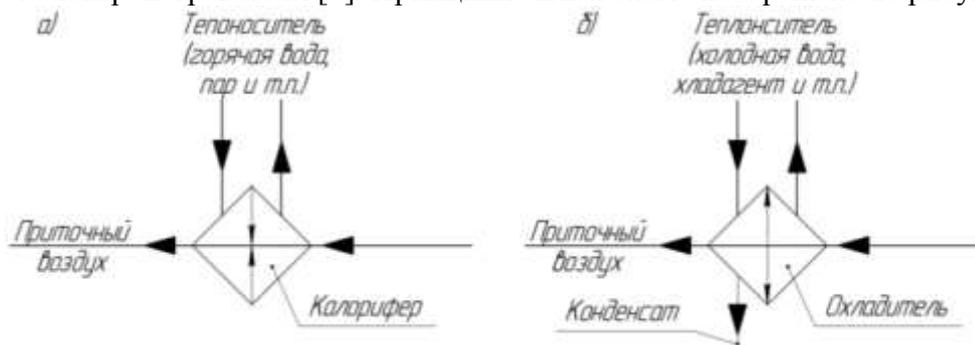


Рис. 2. Принципиальная схема: а) подогрев воздуха; б) охлаждение воздуха

Рекуперация – технология комплексной тепловой обработки воздуха, позволяющая сэкономить на отоплении. Рекуператор представляет собой теплообменник, использующий для подогрева приточного воздуха вытяжной [4]. По конструкции они бывают с естественным побуждением и искусственным, смешивающие потоки и с разделенными контурами, также возможно применение в качестве рабочего тела фреона или воды. Принципиальная схема рекуператора приведена на рисунке 3.

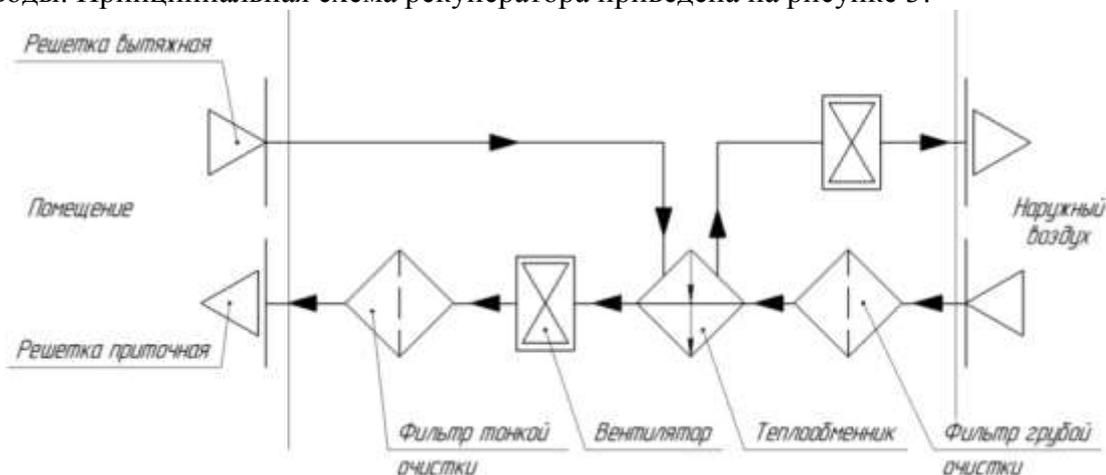


Рис. 3. Принципиальная схема процесса рекуперации.

Увлажнение воздуха в современных реалиях имеет три способа исполнения: изотермическое (при увеличении относительной влажности воздуха, с помощью насыщенного пара, при этом температура воздуха остается постоянной); адиабатное (распыление воды в воздушный поток, где она испаряется от теплообмена с воздухом); ультразвуковое (пар образуется в процессе колебания специальной мембраны, высокочастотная вибрация позволяет разбить воду на мельчайшие частицы, образуя

холодный туман, который продувается потоком воздуха). Подобные установки как правило работают совместно с вентиляторами и фильтрами (рис. 4).

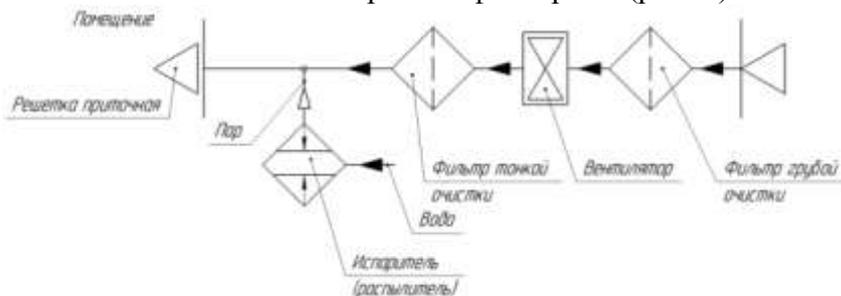


Рис. 4. Принципиальная схема увлажнения

Осушение – процесс снижения влажности воздуха, часто сопутствует охлаждению, когда водяной пар конденсируется в охладителе и удаляется через специальный канал. Иногда применяется как основной процесс, и подразделяется по способу реализации на два типа: механический (с помощью охлаждения ниже точки росы); сорбентный (основан на поглотителях водяного пара из воздуха) [5]. Механические осушители по принципу действия схожи с охладителями (рис. 2б), отличительной чертой является температура наружной поверхности ребристых трубок теплообменника, которая существенно ниже точки росы, что вызывает конденсацию водяного пара присутствующего в воздухе. Осушители, основанные на поглотителях влаги, делятся на жидкие, использующие водные растворы различных солей (хлористые и бромистые соли легких металлов: NaCl, MgCl, CaCl₂, LiCl, LiBr и др.) и сухие (рис. 5) (силикагель, молекулярные сита, активированный оксид алюминия и др.). Схемы с участием поглотителей влаги для осушения воздуха [5] достаточно громоздки и сложны в эксплуатации, а также стоит учитывать потенциальную токсичность и высокую стоимость сорбентов, необходимую химическую стойкость материалов контактирующих с ними конструкций.

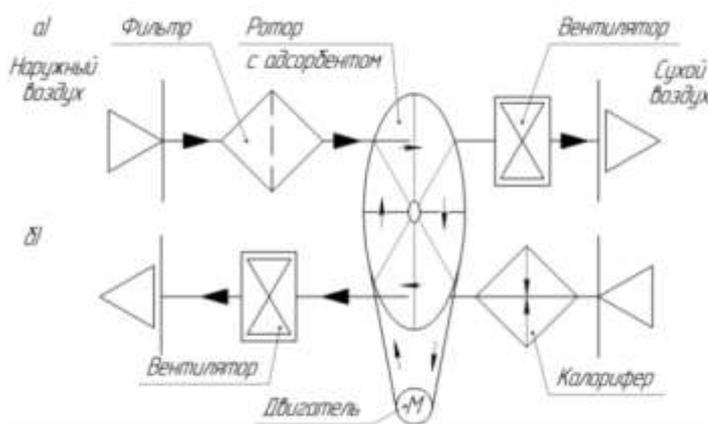


Рис. 5. Принципиальная схема осушителя воздуха с адсорбентом:
а) осушение воздуха; б) регенерация адсорбента

При обеззараживании воздуха известны технологии воздействия ультрафиолетовым излучением (рис. 6а), аэрозолями дезинфицирующих средств (рис. 6б), озонирование, фотокатализ, холодная плазма, электропорация в электрическом поле, электрический разряд, холодная плазма [6,7,8]. В последнее время для обеззараживания воздуха предлагается использовать сильные электрические поля, в которых происходит разрушение или электропорация микроорганизмов [9].

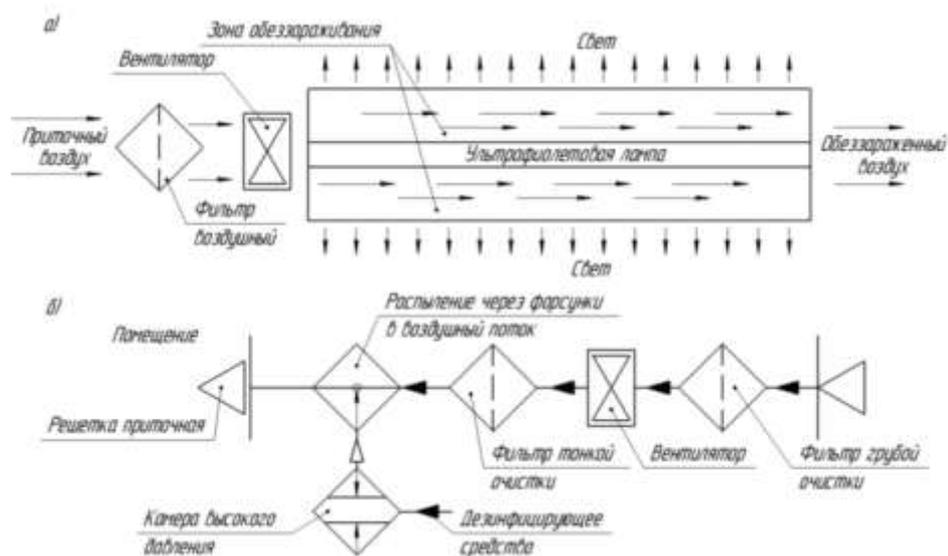


Рис. 6. Принципиальная схема обеззараживания воздуха: а) ультрафиолетовым излучением; б) аэрозолями дезинфицирующих средств.

Ионизация воздуха – процесс введения или создания в воздухе заряженных частиц (положительных и отрицательных ионов). Процесс ионизации основывается на ионизирующем излучении (ультрафиолетовом или радиоактивных изотопов) или использованием высокого напряжения с коронным разрядом на электродах (рис. 7). Второе является более безопасным из всех перечисленных способов и нашло большее применение. Ионизаторы на коронном разряде представляют собой установку с потоком воздуха искусственного побуждения, проходящего через электроды в виде игл или проволоки, подключенные к источнику высокого напряжения (несколько тысяч вольт). Образующиеся на кончиках электродов отрицательно и положительно заряженные ионы снимаются потоком воздуха и поступают в помещение.

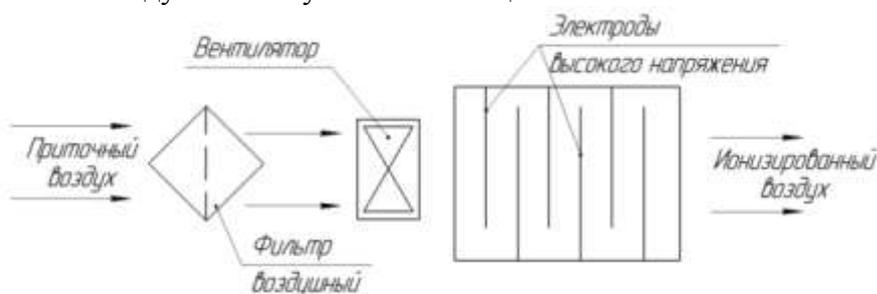


Рис. 7. Принципиальная схема ионизатора основанного на коронном разряде.

Кондиционеры также относятся к устройствам комплексной обработки. Они производят комфортную тепло-влажностную обработку воздуха и могут реализовывать в себе различные комбинации из вышеперечисленных технологий в зависимости от назначения [10]. По конструктивному исполнению судовые системы комфортного кондиционирования воздуха разделяют на центральные (где применяется одна климатическая станция, из которой чистый воздух через систему каналов поступает в помещения), местные (централизованное охлаждение/нагрев воздуха, дальнейшая обработка в местных кондиционных шкафах), комбинированные (основная обработка центральным кондиционером (рис. 8а) и доводка до заданных параметров в каютных шкафах (рис. 8б)), автономные (снабжаются только электроэнергией).

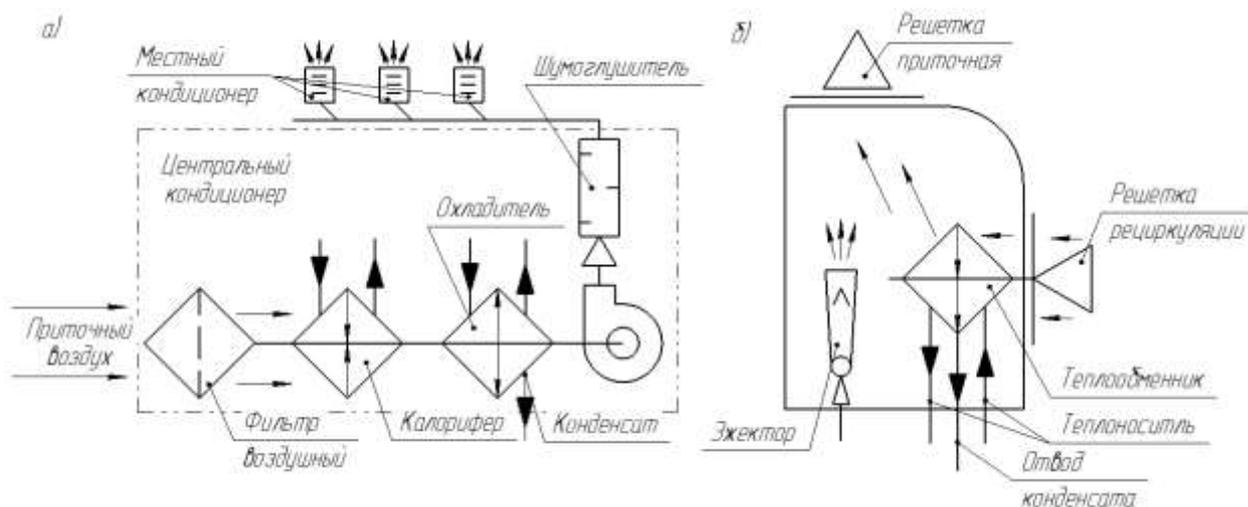


Рис. 8. Принципиальная схема системы кондиционирования а) комбинированная с использованием местных шкафов кондиционирования, для индивидуального регулирования параметров воздуха; б) схема местного кондиционирующего шкафа.

Применение систем комфортного кондиционирования воздуха исключает необходимость в вентиляции и отоплении помещения, создавая лучшие параметры воздуха для пребывающего в помещении человека, что является бесспорным ее преимуществом.

Недостатками системы являются: большие размеры как кондиционеров, так и воздухопроводов; необходимость подведения теплоносителей и электропроводки к местным кондиционерам; сложность монтажа и обслуживания; сравнительно высокие строительная и эксплуатационная стоимость, энергозатраты.

Судовые системы вентиляции проектируются согласно требованиям СанПиН 2.5.2-703-98 и правилам Российского Речного и Морского Регистров [11,12,13].

Групповой тип используют в помещениях с одинаковыми параметрами воздуха и характером вредных выделений. Так, например, может быть выполнена вытяжка воздуха из санитарных помещений через магистральный канал одним вентилятором. Приток воздуха осуществляется естественным путем через фрамуги (рис. 9).

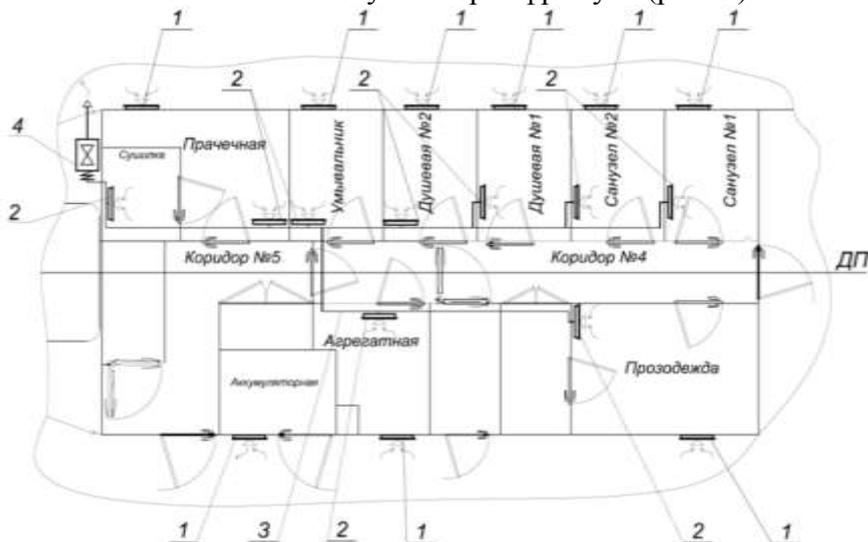


Рис. 9. Принципиальная схема групповой комбинированной системы вентиляции:
1 – решетка вентиляционная непроницаемая; 2 – решетка вентиляционная; 3 – воздуховод; 4 – вентилятор.

Автономный тип применяют для вентиляции помещений большого объема (грузовых трюмов, машинных и производственных помещений, камбузов и др.), а также

для таких помещений, как аккумуляторные, отделения грузовых насосов на танкерах, курительные, медицинские изоляторы.

Средний возраст эксплуатируемого на данный момент пассажирского, грузового и технического речного флота РФ составляет более 34 лет [14]. Несмотря на проведение модернизаций с целью улучшения технико-экономических характеристик, безопасности и комфорта прибывающих на судах людей, применяемые в судостроении технологии обработки вентиляционного воздуха остались на уровне прошлого века. Широкое применение получили искусственная и смешанная системы вентиляции, достоинством которых, в отличие от естественной, является возможность регулирования параметров воздушного потока, таких как скорость, температура, влажность. Искусственный тип вентиляции является новейшей технологией и наиболее благоприятным для внедрения в системах обработке воздуха, что обеспечит улучшение микроклимата помещений.

Системы вентиляции, проектируемые и эксплуатируемые в настоящее время на судах, работают по принципу обеспечения необходимой кратности обмена, либо из расчета на ассимиляцию избыточных тепловыделений, в некоторых случаях выполняется фильтрация приточного воздуха. Изменениям подверглись применяемые фасонные элементы и оборудование систем вентиляции в пользу уменьшения массогабаритных параметров, энергоэффективности и снижения уровня шума. Но нельзя забывать, что с общей приточной вентиляцией в помещение могут попасть пыль, споры, микроорганизмы, грязный воздух с повышенным содержанием вредных веществ, присутствующий во многих городах [15]. Таким образом, обработка приточного воздуха имеет большое значение для сохранения здоровья человека, пребывающего в помещениях судов.

Список литературы:

1. Чиняев И.А. Судовые системы. Учебник для вузов водн. Трансп. 3е изд. перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1984. – 216с.
2. ГОСТ 30528-97 Межгосударственный стандарт. Системы вентиляционные. Фильтры воздушные. Типы и основные параметры.
3. Володин, Г. И. Монтаж и эксплуатация систем вентиляции и кондиционирования: учебное пособие / Г. И. Володин. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 212 с.— Текст электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121464> (дата обращения: 13.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. А.Беккер Системы вентиляции Москва: Техносфера, Евроклимат, 2005. – 232с.
5. Стефанов Е. В. Вентиляция и кондиционирование воздуха. - Санкт-Петербург: Издательство «АВОК Северо-Запад», 2005 — 402 с.
6. Современные методы обеззараживания воздуха в помещениях. АВОК №2'2009. Интернет ресурс: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4242. Дата обращения: 14.05.2020г
7. Сравним технологии обеззараживания воздуха в медицинских организациях. «Санэпидконтроль. Охрана труда» №2 2016 - Е. И. Сисин, врач-эпидемиолог, канд. мед.наук. Интернет ресурс: https://www.profiz.ru/sec/2_2016/tehnologii_obezzarazh/. Дата обращения: 14.05.2020г
8. Обеззараживание воздуха в системах вентиляции и кондиционирования. Группа компаний "ЕВРОХОЛОД". Интернет ресурс: <https://www.airfresh.ru/Obezzarazhivanie-vozduha.htm>. Дата обращения: 14.05.2020г
9. Л. М. Василяк. Физические методы дезинфекции (обзор). Объединенный институт высоких температур РАН. Успехи прикладной физики, 2018, том 6, № 1 – 5-17с
10. Аристов Ю.К. Судовые вспомогательные механизмы и холодильные установки. Изд. 4е, перераб. и доп. М., «Транспорт», 1976 – 232 с.
11. Суда внутреннего и смешанного (река-море) плавания. Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.5.2-703-98. – М.: Минздрав России, 1998. – 144с.

12. Российский Речной Регистр, Правила (в 4-х томах), 2015г. м 3. Электронный аналог печатного издания, утвержденного от 22.06.2018 № 48-п (об Извещении № 7). 2018.
13. Российский Морской Регистр Судоходства. Правила классификации и постройки морских судов. Часть VIII Системы и трубопроводы. Электронный аналог печатного издания, утвержденного 03.10.17
14. Средний возраст отечественного речного флота достиг 33,3 года и продолжает расти – Российский речной регистр. Министерство транспорта Российской Федерации. Федеральное агентство морского и речного транспорта Интернет ресурс:- <http://www.morflot.ru/novosti/lenta/n4029.html> Дата обращения: 14.05.2020г
15. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главная Геофизическая Обсерватория им. А.И.Воейкова» (ФГБУ «ГГО») «Список городов России с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха в 2019г.- Интернет ресурс: - <http://voeikovmgo.ru/?id=681&lang=ru&lang=ru>. Дата обращения: 03.05.2020

AIR HANDLING TECHNOLOGIES ON SHIPS AND VENTILATION SYSTEM DESIGN

Dmitriy S. Mizgirev, Mikhail A. Borisov,

This article is a brief overview of known air handling and preparation technologies. A brief assessment of the level of adaptation of ship's ventilation systems to the listed methods of air preparation was made. Schematic of air treatment technologies are presented. A brief description of ventilation systems is provided.

Keywords: ventilation system, ventilation, air handling, air handling technologies, air, air exchange, microclimate.