

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ
(ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)

Научная статья
УДК 628+629.12

**Анализ научно-технической информации
по системам кондиционирования воздуха на судах**

Валентина Павловна Шайдуллина¹, Людмила Васильевна Дуболазова²

^{1,2} Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

¹ kafedra_xtkut@mail.ru

² dubolazova.lv@dgtru.ru

Аннотация. Показаны значения комфортной температуры и относительной влажности воздуха, которые рекомендуются поддерживать в помещениях в течение года. В зависимости от назначения рассматриваются автономные системы кондиционирования, варианты одноканальной и двухканальной систем обработки воздуха.

Ключевые слова: воздух, кондиционирование, комфортная температура, влажность, обработка воздуха, одноканальная система, двухканальная система

Для цитирования: Шайдуллина В.П., Дуболазова Л.В. Анализ научно-технической информации по системам кондиционирования воздуха на судах // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 59, № 1. С. 89–93.

MARINE POWER PLANTS AND THEIR ELEMENTS (MAIN AND AUXILIARY)

Original article

Scientific and technical data on air conditioning systems on ships analysis

Valentina P. Shaydullina¹, Liudmila V. Dubolazova²

^{1,2} Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

¹ kafedra_xtkut@mail.ru

² dubolazova.lv@dgtru.ru

Abstract. This article shows the values of the comfortable temperature and relative humidity that are recommended to be maintained indoors throughout the year. Depending on the purpose, autonomous air conditioning systems, options for single-channel and two-channel air handling systems are reviewed in the article.

Keywords: air, air conditioning, comfortable temperature, humidity, air handling, single-channel system, two-channel system

For citation: Shaydullina V.P., Dubolazova L.V. Scientific and technical data on air conditioning systems on ships analysis. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2022;59(1):89–93. (in Russ.).

Кондиционирование воздуха – это процесс, в котором температура, влажность, чистота и распределение воздуха находятся под контролем обслуживающего персонала и поддерживаются приборами автоматики в соответствии с заданными условиями. Для дыхания человеку необходим воздух, без воздуха человек может прожить не более 3 мин. Большую часть времени экипаж судна проводит во внутренних помещениях судна, поэтому в судовых помещениях необходим кондиционированный воздух. Теория и практика кондиционирования воздуха стали отдельной отраслью науки и техники.

Кондиционирование воздуха может быть разделено на техническое и комфортное [1]. Техническое кондиционирование воздуха – это процесс обработки воздуха в закрытых помещениях, предназначенных для сохранения перевозимых грузов. Комфортное кондиционирование воздуха – это процесс обработки воздушной среды обитаемых помещений судна для улучшения условий труда и быта экипажа. Необходимость комфортного кондиционирования обусловлена физиологическими процессами, происходящими в организме человека, с кожного покрова которого и через дыхательные пути постоянно выделяется тепло и влага. Количество их зависит от рода деятельности человека и состояния окружающей среды. Выделяемые организмом тепло и влага должны полностью восприниматься окружающим воздухом. Если это происходит, человек не ощущает ни холода, ни тепла. Такие условия называют комфортными. Внутренняя температура организма человека постоянна. Тепло, выделяемое организмом, переносится в окружающий воздух испарением пота с поверхности кожи, конвекцией (за счет разности температур тела и воздуха), радиацией (за счет разности температур тела и поверхностей, ограждающих помещение, – переборки, подволока и т.д.) [2, 3]. Потовые железы через кожный покров постоянно выделяют влагу. Если организм не выделяет видимого пота, то влага выделяется в виде пара. Если возникает возможность перегрева, организм рефлекторно увеличивает выделение пота. Испаряясь, пот усиленно отнимает избыток тепла от организма, используя скрытую теплоту парообразования. Для отвода тепла от пота необходимо, чтобы состояние воздуха в помещении всегда допускало насыщение его водяным паром.

Воздух состоит из 78 % кислорода и 21 % азота, 0,9 % аргона, 0,03 % углекислого газа и других инертных газов. Нормальная жизнедеятельность человека зависит от того, достаточно ли человек получает кислорода. При одинаковой температуре и влажности окружающего воздуха теплоощущения у людей оказываются различными и зависят от возраста, состояния здоровья, пола, одежды, рода деятельности и др.

Процесс охлаждения воздуха осуществляется при движении воздуха через кондиционер, где он соприкасается с поверхностью воздухоохладителя (испарителя), температура которой ниже точки росы проходящего воздуха. Затем охлажденный и осушенный воздух подается в помещения, где, смешиваясь с внутренним воздухом, поглощает в нем теплоту и влагу. В результате смешивания температура в помещении снижается, а относительная влажность уменьшается. Это суть тепловлажностной обработки воздуха при летнем кондиционировании.

В установках кондиционирования воздуха осуществляются следующие термодинамические процессы: воздух с постоянным влагосодержанием охлаждается или нагревается, воздух насыщается влагой или осушается, воздух смешивается с различными параметрами. Воздух, обрабатываемый в установке кондиционирования воздуха, может рассматриваться как смесь двух идеальных газов: сухого воздуха и водяного пара, поэтому к нему можно применить закон Дальтона. Согласно закону Дальтона давление смеси идеальных газов равно сумме парциальных давлений газов, составляющих смесь, каждый из которых находится

под собственным парциальным давлением. Таким образом, барометрическое давление атмосферного воздуха равно сумме давлений сухого воздуха p_a и водяного пара p_n :

$$p = p_a + p_n.$$

Относительная влажность – это отношение парциального давления водяного пара в воздухе p_n к давлению насыщенного пара той же температуры p_n^* :

$$\varphi = \frac{p_n}{p_n^*}.$$

Величину относительной влажности выражают либо в долях единицы, либо в процентах.

Если понижать температуру ненасыщенного водяным паром воздуха, то содержащийся в нем пар при определенной температуре станет насыщенным. Дальнейшее понижение температуры приведет к конденсации в нем влаги и выпадению росы. Температуру, при которой воздух становится насыщенным, называют точкой росы воздуха.

Задачей кондиционирования воздуха является создание в помещениях судна микроклимата, обеспечивающего наиболее благоприятные условия труда и отдыха членов экипажа. Комфортные микроклиматические условия обеспечиваются поддержанием в помещении заданных значений температуры и относительной влажности, скорости движения воздуха, а также радиационного теплопоглощения поверхностей ограждений помещения. Комфортная температура по ГОСТ 30494-2011 составляет 20–22 °С, относительная влажность – 30–45 % [4]; СанПин 2.1.2.2645 рекомендует поддерживать в холодный период года температуру в помещениях 20–22 °С, допустимо 18–24 °С [5]. В теплый период года необходимо поддерживать температуру 22–25 °С. Допустима температура в теплый период года 20–28 °С.

В зависимости от назначения установки кондиционирования воздуха можно разделить следующим образом:

а) установки летнего кондиционирования, в которых воздух очищается, осушается и охлаждается. Они предназначены для судов тропического плавания;

б) установки зимнего кондиционирования, в которых воздух очищается, нагревается и увлажняется; такие установки необходимы для судов, работающих в северных широтах, например, для ледоколов;

в) установки круглогодичного кондиционирования воздуха для судов с неограниченным районом плавания; такие установки совмещают две первые и могут работать при переходных условиях в режиме вентиляции.

Установки кондиционирования воздуха максимально автоматизируются, так как параметры наружного воздуха изменяются в зависимости не только от времени года и района плавания, но и от метеорологических условий и времени суток.

Большое разнообразие систем кондиционирования затрудняет их классификацию.

Обработка воздуха помещений может быть осуществлена автономным кондиционером, предназначенным только для того помещения, где он установлен. Это шкаф, в котором размещены аппараты для охлаждения и нагревания воздуха, вентиляторы, холодильная машина с приборами автоматического регулирования. Такие кондиционеры устанавливаются в основном на старые суда при переоборудовании для кондиционирования воздуха помещений, где бывает наибольшее скопление людей: кают-компаний, столовых, комнат отдыха. Неудобство состоит в том, что каждый кондиционер должен быть обеспечен электроэнергией, необходим подвод и отвод охлаждающей воды для конденсатора холодильной машины, нужна дренажная труба для отвода конденсата. Шум от работы компрессора и вентиляторов незначителен.

Наибольшее распространение на судах получили центральные системы кондиционирования воздуха, в которых воздух для определенной группы помещений обрабатывается в од-

ном агрегате, расположенном вне охлаждаемых помещений. Группы помещений подбирают с приблизительно одинаковыми теплопритоками. Иногда, учитывая, что один из бортов больше нагревается солнцем, устанавливают для каждого борта свой кондиционер.

Центральный кондиционер представляет собой комплекс аппаратов, в который входят калориферы, охладители-увлажнители, элиминаторы (каплеуловители), шумоглушительные камеры, фильтры, запорная и регулирующая аппаратура, измерительные приборы, заслонки. Все секции соединяются между собой с помощью фланцев на болтах. Каждый кондиционер имеет вентилятор. По напору вентилятора системы называют низконапорными и высоконапорными. Все перечисленные аппараты могут устанавливаться как на всасывающей стороне вентилятора, так и на напорной.

Считается, что установка аппаратов на напорной стороне более выгодна и не вызывает трудностей при удалении конденсата, выделяющего из охлаждаемого воздуха.

Удобна нижеследующая классификация систем:

1. Одноканальная система, где воздух, обработанный в центральном кондиционере до температуры, необходимой для помещения с самыми тяжелыми условиями, подается по одной магистрали ко всем обслуживаемым помещениям. Это более простая система. Другие потребители могут регулировать температуру воздуха в своем помещении только путем изменения количества приточного воздуха.

2. Двухканальная система, в которой воздух подается потребителю по двум трубопроводам: по одному – холодный, по другому – нагретый. Потребитель по своему желанию может открыть только холодный воздух, только нагретый или их смесь. Такая система более полно удовлетворяет желания потребителей и позволяет регулировать температуру в помещении без изменения количества приточного воздуха. Концевой распределитель устроен так, что при обоих частично открытых клапанах количество воздуха, поступающего в каюту, такое же, как и через один открытый клапан.

3. Одноканальная система с последующим подогревом воздуха в концевом распределителе, в котором воздух, обработанный в центральном кондиционере, проходит окончательную обработку в каютном концевом распределителе. Для этого используют как электроэнергию, так и горячую воду, которая подогревается в специальном подогревателе и прокачивается по системе насосом. Вследствие чего установка имеет дополнительную систему трубопроводов горячей воды, подогреватель ее и два насоса (один из которых резервный). В летнем режиме охлаждения система работает как простая одноканальная. Температура в помещении регулируется количеством приточного воздуха. В зимнем режиме подогрев воздуха в концевом распределителе может направляться через подогреватель либо мимо него.

Во всех трех системах в воздухоохладителе непосредственно кипит холодильный агент.

4. Одноканальная система с последующей доводкой воздуха в концевом распределителе. В отличие от предыдущей применяется промежуточный теплоноситель – вода, которая в зимнем режиме подогревается и подается как к центральному кондиционеру для предварительного подогрева, так и к каютным концевым распределителям. В летнем режиме вода, охлажденная в кожухотрубном испарителе, служит промежуточным теплоносителем в аппаратах центрального кондиционера и каютных концевых распределителях. Эта система гибкая в регулировании, но не получила широкого применения из-за развитой сети трубопроводов, что опасно возможными протечками. Трубопроводы в случае коррозии приходится заменять.

Во всех системах может применяться рециркуляция, т.е. на всасывание подается часть воздуха из помещений. Санитарными нормами допускается не более 30 % воздуха из помещений. Рециркуляция позволяет значительно снизить температуру и влажность воздуха, но при этом качество воздуха снижается. В зимнем режиме обогрев калориферов происходит паром, увлажнение – также паром.

Список источников

1. Классификация систем кондиционирования // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2010. № 4(100). С. 81–85.
2. Ладин Н.В., Абдульманов Х.А., Лалаев Г.Г. Судовые рефрижераторные установки: учеб. для средних ПУЗ. М.: Транспорт, 1993. 246 с.
3. Миргалимова Г.А. Энергосбережение в системе вентиляции // Безопасность в электроэнергетике и электротехнике: материалы Всерос. студ. науч. конф., посвященной 90-летию УГПИ-УдГУ. Ижевск, 2021. С. 97–102.
4. ГОСТ 30494-2011. Параметры микроклимата в помещениях.
5. СанПин 2.1.2.2645. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях.

References

1. Classification of air conditioning systems // Plumbing, Heating, Air conditioning. 2010. No. 4(100). P. 81–85.
2. Ladin N.V., Abdulmanov H.A., Lalaev G.G. Ship refrigerated installations: Textbook. For medium-sized PUZ. M.: Transport, 1993. 246 p.
3. Mirgalimova G.A. Energy saving in the ventilation system // Safety in electric power and electrical engineering. All-Russian student scientific Conference dedicated to the 90th anniversary of UGPI-UdGU. Izhevsk, 2021. P. 97–102.
4. GOST 30494-2011. Indoor microclimate parameters.
5. SanPiN 2.1.2.2645. Sanitary and epidemiological requirements for living conditions in residential buildings and premises.

Информация об авторах

В.П. Шайдуллина – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Холодильная техника, кондиционирование и теплотехника», SPIN-код: 9474-3741, AuthorID: 1084623;
Л.В. Дуболазова – старший преподаватель кафедры «Холодильная техника, кондиционирование и теплотехника».

Information about the authors

V. P. Shaydullina – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Refrigeration, Air Conditioning and Heat Engineering, SPIN-code: 9474-3741, AuthorID: 108462344;
L. V. Dubolazova – Senior Lecturer of the Department of Refrigeration, Air Conditioning and Heat Engineering.

Статья поступила в редакцию 09.12.2021; одобрена после рецензирования 10.12.2021; принята к публикации 21.03.2022.

The article was submitted 09.12.2021; approved after reviewing 10.12.2021; accepted for publication 21.03.2022.