

УДК 629.12.011:551.58

Ходарина К.В.,
АМИ ОНМА

СИСТЕМЫ ОБИТАЕМОСТИ КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕЧНЫХ И МОРСКИХ СУДОВ

Современные речные и морские суда являются местом работы и постоянного пребывания членов экипажей, что обуславливает необходимость обеспечения в судовых помещениях комфортных условий обитаемости, которые регулируются с помощью систем кондиционирования и водоснабжения. Причинами обострения проблем питьевого водоснабжения и обеспечения чистым воздухом являются качественные и количественные изменения состояния воздушного и водного бассейна в связи с их интенсивным антропогенным загрязнением.

Вопросы повышения санитарной надежности систем кондиционирования воздуха, водоснабжения и систем экологической безопасности судов при проектировании остаются весьма актуальными, несмотря на большой объем выполненных работ в этой области исследований. Дальнейшее решение этой проблемы сдерживается отсутствием комплексных исследований в области совершенствования систем обитаемости и экологической безопасности на судах речного и морского флота.

Анализ литературы, посвященной вопросам совершенствования технологий воздухоподготовки, а также очистки воды, показал, что рациональное решение проблемы повышения санитарной надежности при проектировании санитарных и экологических систем возможно при использовании новых современных технологий, таких как совместное действие с сорбцией на активированных углях, каталитическое окисление и др [1], а для обработки газов в комфортной системе кондиционирования воздуха (СКВ) — использование контактных аппаратов вместо поверхностных в составе кондиционера.

В СКВ на судах в большинстве случаев используются поверхностные теплообменные аппараты, что делает их громоздкими и энергоемкими. Потребление электроэнергии СКВ доходит до уровня 25% от мощности судовой электростанции [2]. Поэтому необходима замена неэффективных теплообменников на более современные конструкции, к которым относятся контактные теплообменные аппараты.

Действительно, поверхностные аппараты ввиду наличия промежуточной стенки между взаимодействующими средами имеют сравнительно высокие термические сопротивления при переходе тепла от одной среды к другой. Разность температур воздуха и охлаждающей среды на выходе из этих аппаратов, характеризующая глубину охлаждения воздуха, лежит в пределах $7...8\text{ }^{\circ}\text{C}$, что ограничивает возможность использования водопроводной или забортной воды для охлаждения воздуха. Контактные аппараты имеют термическое сопротивление на порядок ниже, чем у поверхностных, в связи с чем разность температур воздуха и воды на выходе из контактных аппаратов значительно меньше ($1...3\text{ }^{\circ}\text{C}$) и даже при определенных условиях происходит не только выравнивание этих температур, но и уменьшение температуры воздуха по сравнению с температурой воды. Поэтому становится возможной работа установки кондиционирования без энергоемкой холодильной машины более длительный период времени (апрель, май - вторая половина августа, сентябрь), то есть весь переходный период между холодным и теплым сезонами года. Схема одной из СКВ с контактным аппаратом изображена на рис. 1.

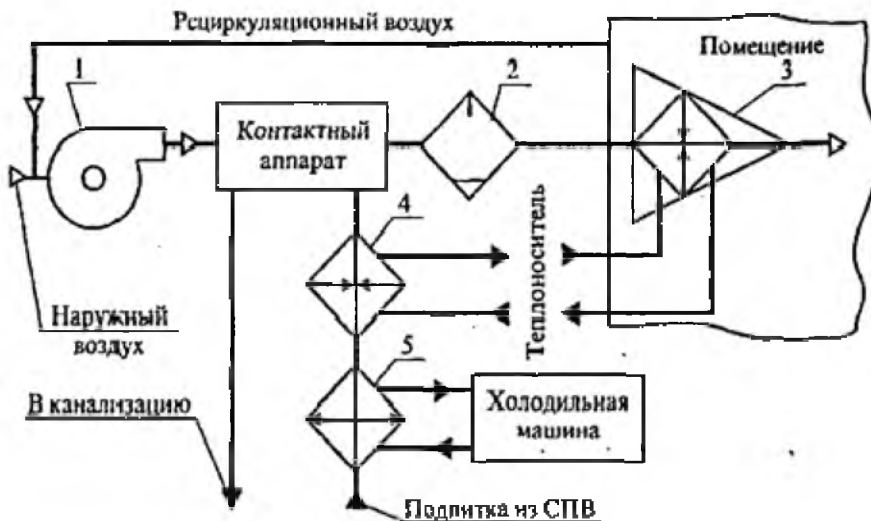


Рис. 1. Принципиальная блок-схема одноканальной СКВ с контактным аппаратом:

1-вентилятор, 2-кашлеотбойник, 3-воздухораспределитель доводочный, 4-нагретатель, 5-охладитель.

Вторым преимуществом использования контактных аппаратов вместо поверхностных является возможность отказа от каких-либо фильтров, тем более последние способствуют деионизации воздуха по легким ионам, что отрицательно сказывается на климатических условиях обслуживаемого помещения. К важному преимуществу контактных аппаратов относится также обеспечение условий стерилизации воздуха с помощью остаточных дезинфектантов в воде [3].

Таким образом, при замене поверхностных аппаратов на контактные создаются условия для перехода комфортного кондиционирования воздуха на более высокую ступень развития, когда наряду с основными параметрами комфорта дополнительно могут обеспечиваться факторы улучшения: ионизация, стерилизация, дезодорация и др.

Контактные теплообменники позволяют осуществить комплексную обработку воздуха в одном аппарате, что способствует уменьшению массогабаритных характеристик СКВ в целом.

К сожалению, широкому внедрению на судах высокоэффективных контактных аппаратов препятствует один существенный недостаток: для их работы необходима вода только питьевого качества и в довольно больших объемах — до 3 кг воды на 1 кг воздуха. Использовать для этих целей воду из системы питьевой воды нецелесообразно из-за значительного энергопотребления на постоянный нагрев или охлаждение воды при тепловлажностной обработке воздуха в кондиционере.

Экономически оправданной в этом случае является система очистки и обеззараживания воды, работающая по схеме замкнутого цикла и входящая в состав СКВ. При таком техническом решении резко сокращаются расходы энергии на нагрев (охлаждение) воды до требуемой температуры и количество необходимой для обработки воздуха воды. Добавление воды из системы питьевой воды требуется только для компенсации убыли ее во время технологического процесса очистки воздуха.

Таким образом, для контактных аппаратов должна применяться циркуляционная вода с постоянной ее очисткой в отдельной системе обработки воды в СКВ.

Оценка санитарной надежности работы систем обитаемости и экологической безопасности судна показала, что она не отвечает современным требованиям в связи с применением в системах упрощенной технологии очистки воды: фильтрации и озонирования - в системах водо-

снабжения; флотации, предозонирования, фильтрации, постозонирования - в системах очистки сточных вод. При таких технологиях для обеспечения нормативного качества очищенной воды проектируется система со значительным запасом по степени очистки, то есть гарантия работы систем гигиенически обусловлена использованием избыточных концентраций бактерицидных агентов (озона) [3]. Однако неправильно выбранная доза озона может привести к образованию побочных продуктов окисления, которые плохо удаляются в процессе очистки и могут быть более токсичны, чем исходные загрязнения (повышение концентраций фенолов, броматов, формальдегидов, катонов и др.). Особенно это опасно для систем водоснабжения. Данное положение требует обязательного регулирования процесса озонирования.

После потребления на судне вода и воздух в загрязненном состоянии отводятся в окружающую среду, ухудшая ее экологическое состояние. В связи с этим необходимо обеспечить такие характеристики судна, которые бы приблизили его к экологически безопасному объекту — объекту, воздействие которого на окружающую среду не подвергает ее риску и соответствует установленным нормам и требованиям организаций, контролирующих охрану окружающей среды.

Количество сточных вод на судах находится в прямой зависимости от водопотребления. Следовательно, уменьшить воздействие судна на окружающую среду возможно за счет сокращения водопотребления или создания оборотных систем.

В первом случае необходимо обеспечить сокращение расхода воды через водоразборную арматуру потребителей и регламентации ее конструкции.

Кроме этого, уменьшить водопотребление, особенно в жаркий период года, можно путем создания искусственного благоприятного климата в жилых и служебных помещениях с помощью СКВ. Это позволит резко сократить потребление воды питьевого качества в душевых, а, значит, и уменьшить количество сточных вод.

Второй случай представляется более интересным с точки зрения внедрения его на судах. Обратные системы могут найти применение в системах технической воды: для смыва отходов, для питательной воды котлов низкого давления, в системах охлаждения и питания судовой энергетической установки (СЭУ) и установках по очистке газов (при «мокрых» методах обработки газов). Для осуществления этой идеи необходимо очищать и обеззараживать сточные воды до определенных кондиций [4, 8].

Завершающей операцией технологии обработки сточных вод в системах очистки всегда является обеззараживание, которое позволяет до-

вести параметры очищенных стоков до требуемых нормативными документами показателей. В судовых системах очистки сточных вод до сих пор в качестве дезинфектанта используются хлор и озон, но в последнее время все чаще находят применение такие способы обеззараживания, как УФ-облучение [4] и термоокисление [5], которые могут с успехом быть внедрены на судах совместно с озонированием и этим довести параметры очищенных сточных вод до требований оборотных систем.

Учитывая высокую стоимость и значительные массу и габариты оборудования по очистке нефтесодержащих вод, предлагается их использовать после предварительной обработки в водотопливных эмульсиях котлов и инсинераторов. Данное предложение позволит не только полностью отказаться от оборудования по очистке нефтесодержащих вод, но и уменьшить количество вредных веществ в выпускных газах котлов. Снабжение крупных и средних судов инсинераторами решает проблему по уничтожению, а при выполнении определенных условий, и утилизации всех основных видов отходов.

Механизм образования различных токсичных веществ в выпускных газах СЭУ имеет принципиальные отличия, которые не позволяют снизить их количество одним каким-либо универсальным средством. На практике решение этой проблемы идет по двум направлениям - уменьшению вредности газов в процессе их образования и снижению токсичности выпускных газов.

Для неустановившихся режимов работы ДВС (для судовых дизелей это наиболее характерно) самое существенное снижение токсичных выбросов приносят следующие мероприятия: очистка газов, водотопливные эмульсии, рециркуляция отработавших газов, предварительная обработка топлива, присадки к топливу и альтернативные сорта топлива [6]. К тому же внедрение их не требует значительной модернизации самого дизеля (кроме последнего), а, значит, они могут применяться с большой эффективностью как для проектируемых, так и находящихся в эксплуатации ДВС.

Присадки к топливу влияют на процесс сгорания топлива и по характеру действия разделяются на две группы — интенсифицирующие горение и антидымные. Добавление к топливу присадок не изменяет мощностных и экономических показателей дизеля. При этом содержание сажи уменьшается на 70-90%, выброс в атмосферу канцерогенных веществ сокращается на 60-80% [7]. В настоящее время наиболее известными присадками являются «Изобарол-1», «Изобарол-2», НЗОЛ, ИХП-706 и т.п.

Однако при использовании топлив с присадками следует учитывать некоторые их особенности:

- присадки снижают стабильность свойств топлива при хранении, что приводит к уменьшению цетанового числа;
- с увеличением концентрации присадки ее относительная эффективность понижается;
- качественные присадки довольно дорогие и до сих пор не нашли широкого применения на флоте.

Применение альтернативного топлива (природный газ, конденсат и др.) потребует значительных затрат на организационные мероприятия — размещение топлива на судне, плавучие заправочные станции, проведение модернизации двигателей и т.д., то есть экономически обоснованными являются только те мероприятия, которые не затрагивают непосредственно конструкцию СЭУ.

Таким образом, на сегодняшний день наиболее целесообразными являются четыре вида мероприятий по снижению токсичности выпускных газов: очистка отработавших газов, предварительная обработка топлива, водотопливная эмульсия и рециркуляция выпускных газов. Наибольший эффект будет достигнут при комплексном одновременном внедрении этих мероприятий.

Для совершенствования санитарных и экологических систем судна предлагается использование единой современной технологии очистки воды с применением совместного действия различных окислителей и сорбцией на активированном угле, что позволит объединить их в единый комплекс. В этот комплекс могут войти и системы СЭУ, обеспечивающие снижение вредных ингредиентов выпускных газов.

Комплексный метод при проектировании судовых систем позволит производить эффективную очистку жидкостей и газов с использованием универсальных технологий обработки различных сред, имеющих резко отличающиеся исходные характеристики. Тем самым представляется возможным применять типовые узлы и оборудование с перспективой укрупнять их в единые агрегаты, что, в свою очередь, приведет к уменьшению массогабаритных характеристик и энергопотребления систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авчинников А.В. Изучение совместного действия ультрафиолетового излучения и химических дезинфектантов при обеззараживании питьевой воды / А.В. Авчинников, Ю.А. Рахманин, Е.Г. Жук. - Вода: Экология и технология. Тез. докл. Третий Международный конгресс. - М.: «СИБИ-КО Интернэшнл», 1998. - С. 223.
2. Голиков В.А. Научные основы управления микроклиматом судна / В.А. Голиков. – Одесса: Вид. ОГМА, 1999. – 321 с.
3. Мураков А.П. Повышение энергоэффективности систем вентиляции и кондиционирования воздуха методом озонирования / А.П. Мураков, Е.Н. Гребенчиков. - Промышленная энергетика, 1998. - № 6. - С. 46-47.
4. Бутин В.М. Внедрение технологии УФ-обеззараживания сточных вод / В.М. Бутин, В.И. Жуков. -- Водоснабжение и санитарная техника, 1996. - № 12. - С. 18-20.
5. Карастелев Б.Я. Комплекс технологий термического обезвреживания судовых сточных и нефтесодержащих вод: Автореф. дисс. докт. техн. наук. - Владивосток, 2000. - 38 с.
6. Гладков О.А. Создание малотоксичных дизелей речных судов / О.А. Гладков, Е.Ю. Лерман - Л.: Судостроение, 1990. - 112 с.
7. Гладков О.А. Антидымная присадка ИХП-706 — эффективное средство для сокращения выброса сажи при испытаниях дизелей / О.А. Гладков, Е.В. Бернштейн, А.А. Алиев. - Двигателестроение, 1984. - № 7. - С. 51-52.
8. Правила технической эксплуатации морских и речных судов. КНД. 31.2.002.01-96. – ЮжНИИМФ, 2009. – 263 с.