

Обеззараживание воздуха в системах ОВК общественных зданий

В. В. Якименко, кандидат физ.-мат. наук, технологическая дирекция НПО «ЛИТ», yakimenko@npo.lit.ru

Ключевые слова: обеззараживание воздуха, ультрафиолетовое обеззараживание, санитарно-эпидемиологическая безопасность, микробиологическое загрязнение воздуха, рециркуляция воздуха

Человек проводит внутри помещений большую часть жизни (по некоторым данным от 60 до 85 % всего времени), поэтому вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности играют важную роль в строительстве и реконструкции зданий. Показатель заболеваемости, обусловленный микробиологическим загрязнением воздушной среды помещений, на сегодняшний момент остается на высоком уровне. Большинство патогенных микроорганизмов передается воздушно-капельным путем. Особенно остро эта проблема стоит в местах большого скопления людей – промышленных и общественных зданиях. Одной из наиболее перспективных технологий обеспечения безопасности воздушной среды по микробиологическим показателям с целью снижения рисков распространения инфекций, принятых в мировой и отечественной практике, является обеззараживание воздуха при помощи ультрафиолетового излучения.

В общественных зданиях следует предусматривать системы отопления, вентиляции и кондиционирования, обеспечивающие температуру, влажность, очистку и обеззараживание воздуха, соответствующие требованиям технологической части (п. 4.17 СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06–2009»).

Температура и влажность воздуха в помещении являются важнейшими параметрами,

определяющими качество микроклимата внутри помещения, для поддержания которых необходима кратность воздухообмена в воздухообрабатывающих агрегатах не менее 5 в час. Это обеспечивает равномерность температуры и влажности в помещении и не допускает большой разницы температуры обработанного приточного воздуха и необходимой температуры в рабочей зоне (разница не должна превышать 2–4 °С).

Скорость воздуха в зоне, где находятся люди, рекомендуется поддерживать в пределах 0,13–0,25 м/с.

Подход к решению такой задачи сводится к нахождению оптимального количества наружного воздуха в общем расходе воздуха систем. Для поддержания температуры, влажности и скоростей конвективных потоков вполне можно использовать рециркуляцию, т.е. подавать воздух в обслуживаемое помещение, забирая его в том же помещении. Очевидно, что энергетические затраты на обработку воздуха будут меньше, если параметры обрабатываемого воздуха будут незначительно отличаться от нормативных, а это наиболее вероятно, когда этот воздух поступает в воздухообрабатывающий агрегат из обслуживаемого помещения, в котором и поддерживаются заданные параметры.

Оптимальное решение этой задачи определяет параметры эффективных систем вентиляции и кондиционирования: кратность воздухообмена – не менее 5; количество свежего наружного воздуха – в соответствии с санитарными нормами 20 м³/ч на человека; количество воздуха, задействованного в системе кондиционирования, – не менее 60 м³/ч на человека (т.е. подмес в рециркуляцию 70 % воздуха из помещения).

Что же касается условий санитарно-эпидемиологической безопасности в общественных зданиях, следует признать, что описанная эффективная система вентиляции и кондиционирования является практически идеальным устройством для распространения инфекционных заболеваний.

Основной источник микробиологического загрязнения воздуха – люди, находящиеся в помещении. В среднем один человек выделяет в окружающий воздух 2000–6000 микроорганизмов в час (при разговоре – 800 частиц в минуту, при чихании – до 40000).

Выделяемые микроорганизмы в воздухе находятся в виде аэрозоля – коллоидной системы, состоящей из воздуха и мельчайших капель жидкости с заключенными в них микроорганизмами.

Большая часть выделяемых человеком аэрозолей (капельная, или крупноядерная фаза) состоит из частиц диаметром около 0,1 мм и более. Такие частицы оседают довольно быстро: длительность пребывания в воздухе не превышает минуты.

Мелкоядерная фаза частично выделяется человеком и образуется при высыхании частиц первой фазы. В этой фазе частицы имеют наименьшие размеры, легко перемещаются потоками воздуха, длительное время находятся в нем во взвешенном состоянии. Это наиболее устойчивая фаза, так как

диаметр большинства частиц не превышает 0,05 мм, а скорость оседания частиц составляет в среднем 0,013 см/с. Именно она представляет наибольшую эпидемиологическую опасность, и основной задачей предотвращения распространения инфекционных заболеваний является недопущение распространения мелкоядерной фазы на большие расстояния.

Применение систем кондиционирования с рециркуляцией обеспечивает максимально возможные перетоки воздуха внутри помещений, что приводит к быстрому распространению аэрозолей по всему их объему.

Указанное противоречие может быть решено обеззараживанием воздуха в системах кондиционирования промышленных и общественных зданий, применяющих режим рециркуляции.

Технологических требований к эффективности систем обеззараживания в таких помещениях на сегодняшний день нет. Связано это в первую очередь с отсутствием нормативной базы по микробиологической чистоте воздуха в промышленных и общественных зданиях с большим скоплением людей при длительном пребывании.

Для определения таких требований следует обратить внимание на опыт применения обеззараживания воздуха в отраслях, где существует нормативная база по микробиологическому качеству воздушной среды.

Опыт применения УФ-систем обеззараживания воздуха

В Российской Федерации нормативы по количеству микроорганизмов в воздухе установлены для помещений категории «А» и «Б» в лечебно-профилактических учреждениях. В таких помещениях рециркуляция воздуха запрещена. Связано это с фактом резкого увеличения микробиологической загрязненности таких помещений при применении рециркуляции (следует отметить, что это ограничение было введено по факту исследований применения систем рециркуляции, не использующих обеззараживание).

Большая работа по нормированию качества воздуха на объектах массового скопления людей на железнодорожном транспорте была выполнена ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора. Изменением и дополнением № 2 к «Санитарным правилам по организации перевозок на железнодорожном транспорте» СП 2.5.1198–03, утвержденным Постановлением главного санитарного врача РФ № 68 от 16 июня 2010 года, были введены отраслевые нормы микробиологического качества воздуха.

Внедрение современных систем кондиционирования в пассажирских вагонах потребовало применения режима 70%-ной рециркуляции с целью достижения температурно-влажностных характеристик и соблюдения мероприятий по энергоэффективности.

Измерение параметров воздушной среды в таких вагонах показало, что уже при 30%-ной рециркуляции наблюдалась высокая микробиологическая загрязненность.

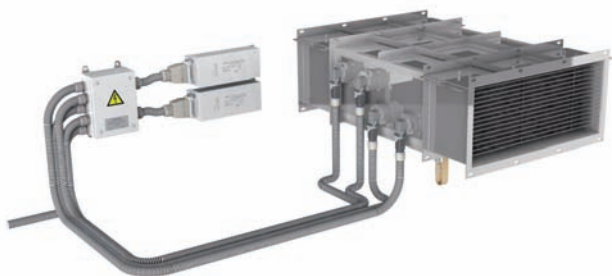
В связи с необходимостью соблюдения отраслевых норм принято решение об обязательном обеззараживании воздуха в системах рециркуляции пассажирских вагонов.

Практическая реализация такого решения выдвинула жесткие требования к методу и установкам обеззараживания: помимо бактерицидной эффективности применяемые системы должны обладать высокой степенью встраиваемости в систему кондиционирования (т.е. обладать низкими потерями напора, малым энергопотреблением и габаритами и т.д.), простотой в эксплуатации, высокой экологичностью (в частности, не приводить к изменениям физико-химического состава воздуха). При разработке системы было необходимо учитывать фактор непостоянной (сезонной) работы.

Наиболее полно удовлетворяет поставленным требованиям метод ультрафиолетового (УФ) обеззараживания.

Был разработан модуль обеззараживания на основе нового поколения УФ-источников – амальгамных ламп высокой интенсивности. Расчет мощности модуля производился на основании требований Руководства Р 3.5.1904–04 «Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях».

Эффективность системы вентиляции, кондиционирования и очистки воздуха с транспортным модулем УФ-обеззараживания проверялась натурными



■ Рис. 1. Транспортный модуль УФ-обеззараживания воздуха

испытаниями в пассажирском вагоне в условиях эксплуатации. Полученные данные подтвердили высокую эффективность системы очистки и обеззараживания воздуха в вагоне при включенном модуле УФ-обеззараживания. Рециркулирующий воздух, проходящий через систему, освобождался более чем на 98% от общей гемолитической микрофлоры, что обеспечило четырехкратное снижение ее содержания в воздухе вагона и гарантированное соблюдение отраслевых нормативов.

По результатам испытаний было принято решение об эффективности и целесообразности обеззараживания каналов рециркуляции пассажирских вагонов УФ-установками.

Если вернуться к системам вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления общественных зданий, то очевидное требование к необходимости обеззараживания воздуха на сегодняшний день сталкивается с теми же задачами: высокая бактерицидная эффективность, встраиваемость в систему кондиционирования и т.д.

Техническая возможность их удовлетворения определяет выбор метода обеззараживания. Наиболее распространенными методами обеззараживания воздуха являются его фильтрация либо обработка УФ-излучением. И тот, и другой метод имеют ряд недостатков.

Для обеспечения очистки воздуха от микроорганизмов система фильтров должна представлять собой стек G4–F9–H11, причем необходимость финишной фильтрации класса H11 определяется только требованиями удаления микроорганизмов. Падение давления в пределах номинальных значений потоков воздуха и пылеемкости для стека G4–F9–H11 составит от 450 Па в начале срока службы до 1300 Па в конце. Тогда в среднем падение давления на стеке составит 850 Па, что при расходе воздуха 1000 м³/ч потребует вентилятора мощностью 0,6 кВт (причем он должен быть регулируемым). Как правило, такие условия эксплуатации неприемлемы для систем кондиционирования. Кроме того, даже применение фильтров сверхтонкой очистки не обеспечивает эффективного удаления из воздуха вирусов, являющихся причиной 90% заболеваний и передающихся воздушно-капельным путем (такие фильтры задерживают частицы размером более 0,3 мкм, размер вирусов – 0,1 мкм и менее).

Для УФ-модуля в системе вентиляции подбор источника ультрафиолетового излучения в соответствии с требованиями Руководства Р 3.5.1904–04 «Использование ультрафиолетового

бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях» производится на основании формулы:

$$N_l = Pr_v H_v K_3 / \Phi_{\text{бк}} K_{\text{ф}} \cdot 3600, \quad (1)$$

где N_l – количество ламп в облучателе;
 Pr_v – производительность системы вентиляции или кондиционирования, м³/ч;
 H_v – требуемая объемная бактерицидная доза (для помещений промышленных и общественных зданий с большим скоплением людей при длительном пребывании $H_v = 130$ Дж/м³);
 $\Phi_{\text{бк}}$ – бактерицидный поток лампы, Вт;
 K_3 – коэффициент запаса, учитывающий возможность снижения эффективности бактерицидных облучателей в реальных условиях эксплуатации и зависящий от колебаний напряжения в сети, температуры, влажности и запыленности окружающего воздуха, скорости обдува источника;
 $K_{\text{ф}}$ – коэффициент использования бактерицидного потока ламп, полученный производителями закрытых облучателей в результате расчетов или испытаний, значение которого зависит от их габаритов и конструктивных особенностей и характеризует долю бактерицидного потока источников излучения, установленных в облучателях, используемую для обеззараживания воздушной среды.

Правильный подбор УФ-оборудования обеспечивает эффективное обеззараживание воздуха не только от бактерий, но и от вирусов.

Выпускаемые различными производителями ультрафиолетовые лампы низкого давления на основе разряда в инертных газах и парах ртути, благодаря высокоэффективному преобразованию электрической энергии в бактерицидное излучение (30% и более) и большому ресурсу (1 год и более), позволяют обеспечить значительное, по сравнению с фильтрацией, снижение стоимости обеззараживания воздуха.

Однако есть и негативные моменты:

- наличие в таких лампах жидкой ртути приводит в случае их механического повреждения к необходимости мероприятий по демеркуризации, что очевидно недопустимо в системах вентиляции и кондиционирования;
- лампы низкого давления на основе разряда в инертных газах и парах ртути имеют относительно малую мощность. Бактерицидный поток лучших ламп $\Phi_{\text{бк}}$ не превышает 30 Вт (при потребляемой мощности до 100 Вт). В результате для обеззараживания больших потоков воздуха бактерицидный облучатель должен содержать большое их количество.

TCL

The Creative Life

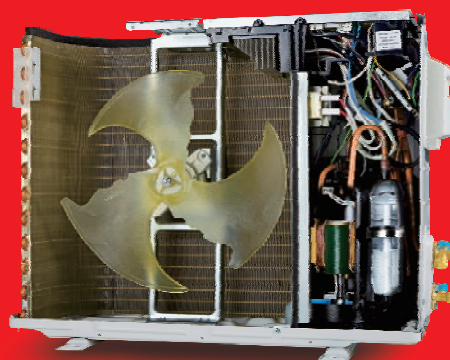
Сверхточный контроль температуры

±0.1°C



Решение

FULL 5D DC Инвертор



Мотор внутреннего блока постоянного тока



Мотор жалюзи внутреннего блока постоянного тока



Компрессор



Электронный расширительный клапан



Мотор внешнего блока постоянного тока

Full 5D DC Инверторный кондиционер

– SMART, Энергоэффективность, Экологичность и Надежность

Кондиционеры TCL оснащены качественными Full 5D компонентами (высокоэффективный компрессор постоянного тока + высокоэффективные бесщеточные электродвигатели постоянного тока внешнего и внутреннего блоков + 500P электронный расширительный клапан + синхронный электродвигатель постоянного тока внутреннего блока), что позволило создать высокоэффективный и надежный Full 5D DC Инверторный кондиционер, обеспечивающий непревзойденный комфорт, тишину и экономию энергии до 30%



The Creative Life



hao.tcl.com

www.tcl.com

TCL Air Conditioner (ZhongShan)Co.,Ltd.

Factory add: No.59, Nantou Road West, Nantou, Zhongshan.

Guangdong, P.R. China

Tel: + 86 760 8782 1666

Fax: + 86 760 8782 1725

http:// www.tcl.com

Business Contact: omc@tcl.com / + 86 760 2819 7721

http:// hao.tcl.com

Technical Service: ac_tech_service@tcl.com / + 86 760 2819 7715



■ Рис. 2. Бактерицидный модуль для систем вентиляции, рециркуляции и кондиционирования (габаритные размеры 880×915×1 000 мм)

Это, в свою очередь, снижает коэффициент использования бактерицидного потока ламп. Лампы, размещенные в облучателе, неизбежно перекрывают друг друга, что не позволяет использовать их бактерицидный поток в полном объеме и значительно ухудшает энергоэффективность систем.

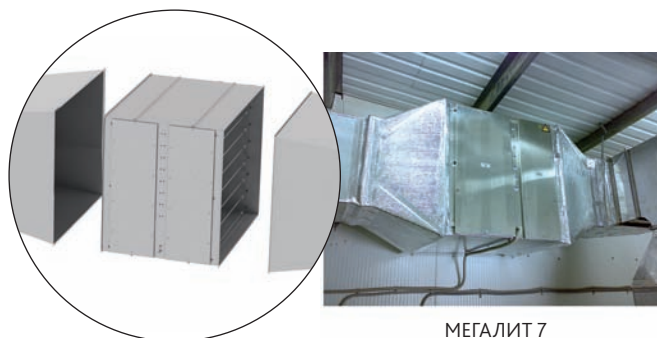
С целью обеспечения приемлемых эксплуатационных характеристик бактерицидных модулей российскими учеными были разработаны источники УФ-излучения нового поколения – амальгамные лампы.

При производстве таких ламп в колбу закладывается не жидкая ртуть, а амальгама – твердый сплав ртути с одним или несколькими металлами. Это обеспечивает экологическую безопасность ламп (в них отсутствует жидкая ртуть), и в случае их механического повреждения нет необходимости мероприятий по демеркуризации помещений.

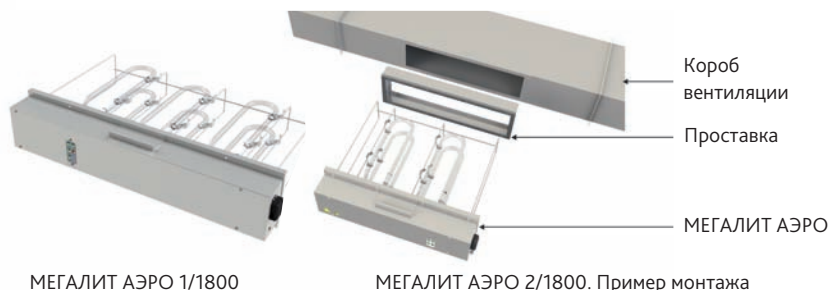
Другим преимуществом амальгамных ламп является их высокая мощность. В настоящее время серийно выпускаются амальгамные лампы с бактерицидным потоком $\Phi_{\text{БК}}$ до 150 Вт (потребляемая электрическая мощность – не более 450 Вт), что в 5 раз превышает мощность лучших образцов ртутных ламп.

На рис. 2 показан бактерицидный модуль для систем вентиляции, рециркуляции и кондиционирования. В этом модуле используется всего шесть амальгамных ламп высокой мощности, что обеспечивает нормативное обеззараживания воздуха в системах вентиляции и кондиционирования общественных зданий производительностью до 8 000 м³/ч.

На сегодняшний день налажен промышленный выпуск модулей единичной производительностью до 35 000 м³/ч (16 амальгамных ламп).



МЕГАЛИТ 7



МЕГАЛИТ АЭРО 1/1800

МЕГАЛИТ АЭРО 2/1800. Пример монтажа

■ Рис. 3. Схема подсоединения УФ-модуля и ячейки к воздуховоду вентиляционной системы и общий вид установок

Обеззараживание воздуха в системах вентиляции и кондиционирования обеспечивается встраиванием в вентиляционные короба и каналы таких бактерицидных модулей и ячеек (рис. 3).

Выводы

Обеззараживание воздуха в системах вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления, использующих режим рециркуляции, является необходимым требованием соблюдения условий санитарно-эпидемиологической безопасности в помещениях промышленных и общественных зданий с большим скоплением людей при длительном пребывании. Применение современного УФ-оборудования в соответствии с требованиями Руководства Р 3.5.1904–04 «Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях» обеспечивает такие условия.

Литература

1. СП 118.13330.2012. Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06–2009.
2. СП 2.5.1198–03. Санитарные правила по организации перевозок на железнодорожном транспорте.
3. Руководство Р 3.5.1904–04. Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях. ■