

Предупреждение появления бактерий легионеллы в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

A. Messineo, D. Panno, W. Mazzucco

В ряде случаев установки кондиционирования воздуха могут содержать бактерии, бурный рост которых происходит во время процесса обработки, транспортирования и распределения воздуха. Эти бактерии приводят к заболеванию, известному как легионеллез, печальные последствия которого проявились в последние годы: частые случаи заболеваний со смертельным исходом во многих странах мира.

К пониманию важности данной проблемы, в том числе с точки зрения здоровья, юридических, технических и социальных аспектов, привело то, что в настоящее время ежедневно используются многочисленные типы систем вентиляции и водоснабжения в разных областях. В настоящей статье рассматриваются условия, при которых происходит развитие и рост бактерий, группы людей и места повышенного риска, а также методика профилактики и устранения бактериального заражения.

Инфекционное поражение

Каждый тип инфекции, вызываемый разного рода аэробными бактериями вида легионеллы, принято давать в описании с термином легионеллез. К настоящему времени выявлено более 30 видов бактерий, из которых *Legionella Pneumophila* (рис. 1) является самой опасной, вызывающей 90 % случаев заболевания легионеллезом. Инфекционное поражение легионеллой становится все более серьезной проблемой, вплоть до того, что этот вопрос находится под специальным наблюдением Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), а также Европейского сообщества в лице Европейской рабочей группы по связанным с легионеллой инфекциям (EWGLI).



Рисунок 1.
Бактерия *Legionella Pneumophila*

Главным источником поражения легионеллой является застойная некипяченая вода как в природных водохранилищах типа прудов и каналов, так и в искусственных сооружениях – резервуарах, водных установках, водонагревателях, системах отопления и кондиционирования воздуха (с температурами от 25 до 45 °C). В человеческий организм бактерии попадают только воздушным путем за счет мелких капель зараженной воды. Сливные отверстия и душ также могут содержать высокие концентрации бактерий, если ими начали пользоваться после длительного перерыва. В последние годы было обнаружено, что основной средой перемещения бактерий стали системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, особенно централизованные, без регулярного технического обслуживания. В частности, традиционные высокоэффективные системы прямого охлаждения страдают от такой проблемы, как перенос бактерий в каплях обрабатываемого воздуха. Едва попав в организм, бактерии проникают в легкие, в которых, к сожалению, фагоциты альвеолярных макрофагов не обладают способностью ни убивать их, ни сдерживать их рост. Легионелле удалось погубить убивающий микробы фагоцитарный механизм, размножаясь внутри фагоцитов до их гибели, в результате чего новые бактерии поражают оставшиеся клетки. Сам легионеллез представлен в разнообразных формах.



Рисунок 2.
Фильтр-уловитель

Наиболее тяжелые формы инфекции могут приводить к летальному исходу, в 30–50 % случаев проявляясь в виде пневмонии, которую сложно отличить от других типов респираторных инфекций. В США ежегодно регистрируется не менее 25 000 случаев легионеллеза. Во Франции зимой 2003–2004 годов зарегистрировано 85 случаев заболевания, из них 13 со смертельным исходом. В Италии ежегодно констатируется до 150 случаев, однако есть все основания полагать, что на самом деле число заболеваний, как минимум, в 10 раз больше.

Одной из главных причин, по которой данное заболевание реже подтверждается, безусловно, является факт размытости клинического описания легионеллеза и невозможность четкого разграничения форм пневмонии как атипической, так и бактериальной.



Рисунок 3.
Вентиляционный диффузор

Технологии и методика проведения профилактических мероприятий

В ходе проектирования, монтажа, эксплуатации и технического обслуживания климатических систем следует тщательно разрабатывать и применять на практике методы по предупреждению роста и распространения легионеллы. Даже при условии, что указанные методы не могут гарантировать полное отсутствие легионеллы во всей системе или в какой-либо ее части, они будут препятствовать размножению бактерий, снижая, таким образом, сильное бактериальное заражение. Первичные профилактические меры заключаются в проведении частого регулярного технического обслуживания, а также периодических проверок состояния наиболее важных зданий повышенного риска, например, больниц, детских учреждений, домов престарелых, тюрем, казарм, туристических комплексов, офисов, спортивных сооружений и помещений общественного питания сезонного действия.

Ниже приводится перечень специальных профилактических мер для установок кондиционирования воздуха:

1. Расположение воздухозаборов установок следует предусматривать с таким расчетом, чтобы предотвращать попадание в здание воздушных масс, удаляемых из градирен и с орошаемых конденсаторов.
2. Обеспечение эффективной работы сепараторов градирен и орошаемых конденсаторов.
3. Поддержание в сухом состоянии фильтров наружного воздуха, поскольку капли воды и конденсат на фильтрах образуют идеальную среду для распространения бактерий в кондиционируемых помещениях.
4. Проведение качественной очистки внутренних поверхностей воздухоотводов во избежание заражения воздуха. Для проведения очистных работ можно воспользоваться соплом с асимметричными отверстиями с подключением к гибкому шлангу и подачей сжатого воздуха до 300 м³/ч под давлением. При быстром прохождении воздуха образуется своего рода воздушная «бритва», которая срезает грязь с внутренних поверхностей воздуховода; асимметрия отверстий приводит к вращению и, таким образом, продвижению потока по всей длине шланга на расстояние до 30 м.
5. Следует вести регистрационный журнал с записью всех регулярных и непредвиденных видов ремонтно-обслуживающих работ в системах водоснабжения и на установках кондиционирования воздуха.
6. Проводить регулярный осмотр системы на предмет проверки состояния воздухопроводов, чистоты и технического обслуживания увлажнителей и градирен.
7. Проводить замену фильтров с заранее установленными интервалами, осуществлять регулярную тщательную очистку всех частей увлажнителя.
8. Проводить регулярный микробиологический анализ для проверки наличия бактерий легионеллы.
9. Проектирование, сооружение и монтаж вентиляционных систем выполнять с учетом требований к техническому обслуживанию: обеспечивать эффективный отвод промывочных жидкостей; избегать применения теплоизоляции внутри воздухопроводов в связи с трудностями качественной очистки такой изоляции; предусматривать установку в начале и конце воздухопроводов соответствующих проемов, размеры которых обеспечивают проведение очистных работ с быстрым и несложным удалением и заменой неисправных элементов сети воздухопроводов; гарантировать наличие у обслуживающего персонала инструкций по удалению и замене комплектующих; применять равноценные по прочности материалы для гибких воздухопроводов с возможностью механической прочистки; использовать съемные оконечные устройства (кожухи, анемостаты).
10. Широко применяемые звукоизоляционные материалы в основном являются пористыми и волокнистыми, а значит, сложными для промывки. В связи с этим рекомендуется применение материалов, которые в данном отношении менее трудны, даже если они занимают большую площадь и дороже по стоимости. В соответствии с рекомендациями изготовителя следует соблюдать заданные расстояния между указанным оборудованием и увлажнителями.
11. При устройстве воздухозаборов размер проемов следует предусматривать в расчете на скорость не более 2 м/с с эффективной защитой от попадания влаги. Расстояние между указанными проемами и возможными источниками загрязнения следует подвергать проверкам.
12. Установку фильтров Eurovent EU 7 следует предусматривать на входе воздухообрабатывающей установки, фильтров EU 8/199 на ее выходе, а также после глушителей, если предусматривается их устройство. В сети воздухозаборов следует устанавливать фильтры не ниже типа EU 7, т. к. стоимость эффективной очистки воздуха ниже, чем стоимость очистки элементов сети воздухопроводов.
13. Теплообменники могут издавать неприятные запахи вследствие образования нароста, который появляется на поверхностях, особенно горячих. Для предотвращения образования нароста следует предусматривать частую чистку щетками или аспираторами, особенно при высоких температурных рабочих условиях. Для холодных теплообменников местами размножения микроорганизмов и плесени являются ребристые поверхности и резервуары для сбора конденсата. Установку резервуаров с уклоном следует предусматривать так, чтобы не допускать застоя воды, их изготовление выполнять из антикоррозионных материалов для облегчения очистных работ.



Рисунок 4.
Накипь в теплообменнике

Методика антибактериального контроля в системах вентиляции

С помощью визуального или видеоосмотра выявляются основные проблемы гигиенического порядка и технического обслуживания системы вентиляции. Более детальные замеры выполняются после уборки переносимой по воздуху пыли либо путем отслеживания переносимых по воздуху микробиологических веществ, присутствующих на внутренних стенках воздухообрабатывающей установки. Также производится забор образцов воды для соответствующего лабораторного анализа. Ниже приводится ряд основных способов очистки установок кондиционирования воздуха.



Рисунок 5.
Вентилятор до и после обработки

Биоцидная обработка резервуаров градирен

В начале следует опорожнить установку, затем обильно промыть водой и снова заполнить с добавлением антибактериального средства. Существует две основные группы химических биоцидных продуктов: окислители (бром, хлор, йод и т. д.) и неокислители (бромнитропропанедиол, соли карбаминной кислоты, изотиазолины и т. д.). Как окислители, так и неокислители могут вступать в химические реакции с материалами в воде, которые снижают их эффективность. Некоторые биоциды вступают в реакцию с компонентами ряда ингибиторов образования накипи и коррозии, теряя при этом частично свою эффективность. Выбор ингибиторов коррозии/накипи, а также биоцидов, требует наличия сведений по химическому составу воды, основ микробиологии воды, а также специальной информации о системе. Для снижения а роста микробов после очистки системы рекомендуется регулярное чередование биоцидов.

Альтернативный подход к биоцидам получил рациональное подтверждение в том, что выжившая после биоцидной обработки популяция бактерий показывает свою уязвимость другим биоцидам через 1–2 недели. Этой же цели можно добиться за счет изменения дозировки и частоты применения одного и того же

биоцидного средства. Антибактериальное средство следует добавлять с интервалом в одну неделю, по возможности с использованием автоматической системы, такой как подпиточный насос с таймером.



Рисунок 6.
Заслонка до и после обработки

Очистка воздушных фильтров

Очистку следует предусматривать как с помощью погружения, так и путем опрыскивания.

- Метод погружения: приготовить дезинфицирующий раствор и погрузить фильтры минимум на 20 мин, затем просушить.
- Метод орошения: распыление дезинфицирующего раствора производить до полного увлажнения фильтра, перед установкой обратно в систему просушить.

Также рекомендуется проводить регулярный анализ на наличие бактерий.

Очистка фэнкойлов и резервуаров для сбора конденсата

Снять защитное ограждение с фэнкойлов и опрыскать антибактериальным составом внутреннюю поверхность, нагревательный элемент и резервуар для сбора конденсата.



Рисунок 7.
Воздуховод до и после обработки

Обработка воздуховодов и установки кондиционирования воздуха

Обработка заключается в следующем:

- проведение очистки всего воздуховода через воздухозаборные отверстия, используя микроспрей и раствор антибактериального вещества, направляя их непосредственно в воздушный поток;
- промывание водой с применением антибактериального вещества.

Обработка вентиляционных воздуховодов

Обработка состоит из двух разных операций: очистки и дезинфекции.

Очистка с помощью «технетейра» – прибора, который состоит из щупа и оголовка с поворотом назад под углом 45°, который вставляется в воздуховод и подает сжатый воздух, при этом все удаленные материалы остаются внутри воздуховода в виде взвеси. При одновременном воздействии подаваемого щупом сжатого воздуха и создаваемого вытяжным вентилятором потока воздуха обеспечивается полное удаление всех загрязнений из воздуховодов в резервуар для сбора грязи.

Дезинфекция может проводиться двумя различными способами:

- С помощью небольшого самодвижущегося робота, который оборудован модулем с лампой коротковолнового ультрафиолетового излучения. Он убивает такие микроорганизмы, как бактерии, плесень и дрожжевые грибки, лишая их активности с последующим разрушением. Данный метод позволяет осуществлять полную дезинфекцию от всех микроорганизмов, которые могут появиться в воздухе и на поверхности воздуховода. С помощью компьютера выполняется расчет необходимого времени световой обработки для полного устранения любого возможного источника инфекции.
- Метод орошения с помощью небольшого самодвижущегося робота и дезинфицирующего средства широкого спектра действия, например, на основе 2 %-го раствора четырехкомпонентных аммиачных солей, который необычайно эффективен для борьбы с большинством патогенных организмов.

В довершение к каждому методу антибактериальной обработки следует:

- делать видео и цифровые фотографии с повторами на одних и тех же участках;
- проводить контроль качества воздуха для каждого обработанного вентиляционного воздуховода;
- выполнять замеры содержащихся в воздухе микробиологических элементов для каждого обработанного воздуховода;
- брать микробиологические образцы с внутренних поверхностей обработанных воздуховодов;
- составлять технический отчет с новыми иллюстрациями и данными анализов по проведенным видам работ и полученным результатам;
- составлять отчет по имеющимся данным о системе, ее состоянии до и после обработки, предпринятым мерам, использованным материалам и т. д. Указанную информацию следует оформлять в журнале для тщательного поддержания ежедневного режима работы систем водоснабжения и кондиционирования воздуха.

Выводы

Описанные выше методы еще раз обращают внимание на то, что наиболее эффективным способом предотвращения распространения бактерий легионеллы является замена систем ОВК, которые были установлены без учета возможностей контроля указанных бактерий, на системы с возможностью контроля за их размножением и уничтожением. Такая задача выполнима при условии правильной разработки сооружения и технического обслуживания систем с применением вышеописанных передовых решений. Все вышесказанное предполагает тщательную проработку решений конструкции установок и проведения монтажных работ в данном секторе, принимая во внимание колоссальное научное, техническое, правовое и, прежде всего, социальное значение. Не следует забывать о следующих факторах:

- По данной проблеме необходимо предоставлять как можно больше информации и проводить обучение, с тем чтобы правильно осуществлять обработку систем ОВК с привлечением специализированных организаций, имеющих профессиональный штат сотрудников, которые знакомы с данным вопросом и оснащены соответствующим оборудованием, инструментарием и химическими веществами. В то же время очень важно, чтобы те, чьи системы подвергаются обработке, понимали причины, по которым необходимо проведение указанных работ и порядок их выполнения.
- Любые должностные лица при обнаружении инфекции должны самостоятельно проводить обработку, даже не имея начальной подготовки и соответствующих знаний.