ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС

ЗДАНИЯ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

№1–2021

SUSTAINABLE BUILDING TECHNOLOGIES

- СНИЖЕНИЕ СТОИМОСТИ ВЛАДЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ НЕДВИЖИМОСТИ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ – РЕЗУЛЬТАТ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ
- МОНИТОРИНГ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА МЕДИЦИНСКИХ ХОЛОДИЛЬНИКОВ НА ОБЪЕКТАХ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

УМНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЗДОРОВОЙ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС

ЗДАНИЯ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

№1–2021

SUSTAINABLE BUILDING TECHNOLOGIES

Ассоциация инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике (АВОК) – общественная организация; создана в январе 1990 года как Всесоюзная Ассоциация АВОК, перерегистрирована 22 июня 1992 года Минюстом РФ как Российская Межрегиональная Ассоциация АВОК. По постановлению Минюста РФ перерегистрирована в 1999 году как некоммерческое партнёрство «АВОК».

НП «АВОК» объединяет физические и юридические лица (355 ведущих проектных, производственных, монтажных, консалтинговых, исследовательских и учебных организаций). НП «АВОК» является членом Федерации европейских ассоциаций в области ото пления, вентиляции и кондиционирования воздуха REHVA и членом Американского общества инженеров по отоплению, охлаждению и кондиционированию воздуха ASHRAE и членом EUROVENT.

Президент НП «АВОК»
Юрий Андреевич Табунщиков, доктор техн. наук, член-корр. РААСН, заведующий кафедрой Московского архитектурного института, президент НП «АВОК»,
член Общественной палаты города Москвы второго созыва

Главный редактор
Марианна Бродач brodatch@abok.ru

Выпускающий редактор
Михаил Ефремов efremov@abok.ru

Руководитель сетевого операционного центра
Александр Жучков zhuchkov@abok.ru

Творческий коллектив
Марина Комолова редактор komolova@abok.ru
Аника Чебан редактор cheban@abok.ru
Владимир Устинов (Санкт-Петербург и Северо-Западный федеральный округ) ustinov@abok.ru

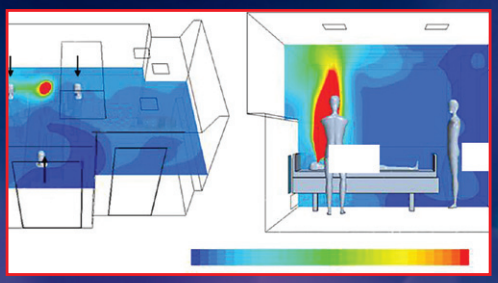
Компьютерная верстка и дизайн
Вячеслав Ткач tka-slava@mail.ru

Менеджеры по коммерческим вопросам
Ирина Полтанова ip@abok.ru
Елена Табунщикова elena@abok.ru
Светлана Бродач abokspb@abok.ru

16+

Материалы, отмеченные значком ◆, публикуются на коммерческой основе.

COVID-19



08

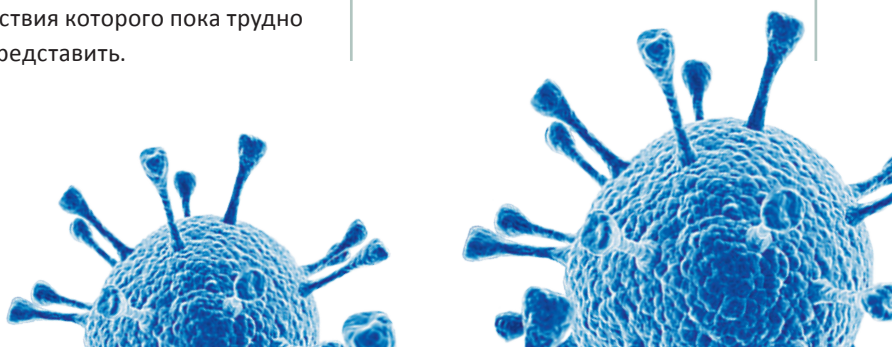
Цифровизация в период пандемии: Перспективы в кризис. Является ли пандемия коронавируса драйвером цифрового преобразования?

В художественной литературе достаточно давно эксплуатируются фантастические сюжеты о мировых катастрофах. Одно из первых таких произведений – опубликованный в 1912 году роман Джека Лондона «Алая чума» (ориг. «The Scarlet Plague»), в котором эпидемия неведомой болезни привела к гибели почти все человечество. Век спустя выдуманная история неожиданно стала суровой реальностью: мир столкнулся с кризисом, социальные, политические и экономические последствия которого пока трудно даже представить.

16

Снижение стоимости владения объектами недвижимости социальной инфраструктуры муниципальных образований – результат внедрения систем диспетчеризации

В рамках национального проекта «Возрождение нации» необходимо рассмотреть задачу повышения уровня здоровья и образования граждан РФ. В связи с этим планируется ввести в обращение термин «кластер “Учеба – спорт – здоровье”». В статье рассматриваются задачи эксплуатации и энергосбережения в зданиях и сооружениях данного кластера.



Уважаемые читатели!

2020 год стал для всей планеты годом испытаний: возникновение и стремительное распространение коронавирусной инфекции (COVID-19) кардинально изменило нашу жизнь. К сожалению, борьба с коронавирусом не окончена, она продолжается. Для полной и окончательной победы нужны не только глубокие профессиональные знания в области медицины, но и правильные подходы к решению технических вопросов - внедрение передовых эффективных мероприятий, обеспечивающих в зданиях здоровую среду обитания. Огромное значение здесь приобретает оперативная, качественная и достоверная информация о современных умных технологиях и оборудовании, позволяющих успешно противостоять передаче и распространению инфекции.

Поэтому первый в 2021 году номер электронного журнала «Здания высоких технологий» (ЗВТ) на фоне пандемии COVID-19 целиком посвящен вопросам создания и поддержания здорового микроклимата. Основой номера являются собранные воедино уникальные материалы по данной теме, подготовленные авторитетными специалистами, которые были публикованы в журналах «АВОК» и «Энергосбережение» в 2020 году. Данный номер ЗВТ без преувеличения можно назвать «интеллектуальным инструментом» в борьбе с вирусами и другими загрязнениями за здоровую среду обитания.

Марианна Бродач,
вице-президент НП «АВОК», профессор МАрхИ, главный редактор электронного ресурса «Здания высоких технологий»

20

Инженерные системы в борьбе с распространением инфекции. Взгляд ученого и инженера

Высокое качество вентиляции является фактором предотвращения распространения инфекции. Во время эскалации распространения коронавируса вызывает особую тревогу и понимание то, что огромную важность имеют нормативно-методические документы по обеспечению качества воздуха в помещениях зданий как упреждающее руководство в борьбе с распространением в зданиях инфекций, особенно коронавируса COVID-19. Автономные решения по вентиляции из-за их в целом большей надежности более предпочтительны, тем более что вентиляция – это, в первую очередь, фактор здоровья, а комфорта во вторую.

26

Мониторинг температурного режима медицинских холодильников на объектах здравоохранения

Системы мониторинга технологического оборудования давно и прочно вошли в нашу жизнь как часть более глобальной технологии интернета вещей (IoT). Итальянская компания CAREL – ведущий мировой производитель средств автоматизации вентиляционного и холодильного оборудования – уже много лет формирует технологические стандарты систем мониторинга в этих областях. Примерами тому являются системы мониторинга холодильного оборудования, успешно работающие в продуктовом ритейле (сети «Пятерочка», «Перекресток», «Карусель», «Ашан» и ряд других).

30

Выставка ISH digital 2021: цифровой хаб для деловых контактов

С 22 по 26 марта 2021 года пройдет ведущая международная выставка в области водоснабжения, теплоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха ISH digital 2021. Эта выставка проходит регулярно, каждые два года, и, несмотря на пандемию COVID-19, 2021 год не станет исключением: выставка состоится, но пройдет в новом, цифровом формате.

34

Умная больница pandemic ready hospital – задача для систем климатизации и автоматизации

Пандемия (греч. πανδημία, «весь народ») – необычайно сильная эпидемия, характеризующаяся распространением инфекционного заболевания на всей территории страны, территории сопредельных государств, а иногда и многих стран мира (например, холера, грипп). Разберемся что такое Pandemic Ready Hospital (PRH) и в чем отличие PRH от обычной клиники.

36

Правильный выбор схем и оборудования климатизации – главный инструмент в борьбе с распространением вирусной инфекции

Сегодня очевидно всем, что эпидемиологическая обстановка в мире достигла критического значения из-за лавинообразно растущего количества заразившихся коронавирусом. Это значит, что к известным в России инфекционным заболеваниям различной этиологии (ОРВИ, ротавирусной и т. д.) добавляются новые инфекции, часть из которых «иммигрирует» из-за рубежа. Экстраполируя ситуацию, сложившуюся с коронавирусом COVID-19 в других странах, нельзя исключить вероятность того, что и Россию может охватить пандемия. На этом фоне важно знать, какие совре¬менные технические решения позволяют предотвратить распространение вирусных инфекций.

40

Эффективная вентиляционная система – инструмент борьбы с вирусной инфекцией

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила пандемию коронавирусной инфекции COVID-19. В связи со сложившейся ситуацией возрастает актуальность средств, устраняющих загрязнение воздуха при заболеваниях, передающихся воздушно-капельным путем. Исследование, которое описывается в данной статье, оценивает и сравнивает различные схемы систем кондиционирования воздуха при инфекционных заболеваниях, спровоцированных выдыхаемым пациентами воздухом. Данная статья изучает воздушные потоки и распределение загрязненного воздуха в инфекционных блоках (ИБ), обращаясь к возможностям прогнозного моделирования и фактическим измерениям, выполненным в реальных условиях.

50

Круглый стол: «уроки коронавируса: какие технологии востребованы в чрезвычайных ситуациях и как пандемия повлияет на их развитие»

Пандемия выявила две важные тенденции. С одной стороны, информационные технологии достигли такого уровня развития, который позволяет реализовать возможности, немыслимые еще пару десятилетий назад: дистанционное обучение, удаленная работа, онлайн-заказы и доставка продуктов и товаров, различные обучающие и развлекательные сервисы. С другой стороны, хорошо известные технологии, препятствующие распространению инфекций, оказа¬лись не востребованы в массовом строительстве: наши дома и офисы с точки зрения инженерной инфраструктуры неспособны обеспечить эффективную защиту от пандемии.
Обсудим уроки коронавируса: какие технологии востребованы в чрезвычайных ситуациях и как пандемия повлияет на их развитие.

56

Методы вычислительной гидродинамики как инструмент оценки эффективности вентиляции в операционных

Часть 1. Скорость воздухообмена

Часть 2. Анализ работы систем вентиляции при различных условиях

Главная задача систем вентиляции операционной – минимизация вероятности появления в области операционного стола инфекционных агентов, летучих органических веществ и бактерий при одновременном обеспечении комфортной среды для хирургов и их ассистентов. Ключевой фактор для снижения вероятности инфицирования – минимизация загрязнения стерильной рабочей зоны, где непосредственно проводится хирургическое вмешательство.

73

Отлаженная работа систем вентиляции – гарантия здорового воздуха в помещениях

В России постепенно снижается количество людей, заражаемых коронавирусом. Однако в отдельных странах мира данная проблема пока не решена. Кроме того, существует опасность повторного возникновения вирусной эпидемии. Поэтому актуальность рекомендаций о том, как предотвратить распространение вирусов с помощью систем вентиляции, не вызывает сомнений.

76

SMART CLINIC, IOT, BIG DATA – умная триада управления медицинским учреждением

Современная медицина должна быть интегрирована в цифровое общество и как получатель, и как поставщик огромного объема данных и связанных с этим услуг. Выгоды от строительства умной больницы1 получают все – от разного уровня органов власти до персонала больниц и пациентов. Поэтому важно знать, как построить Smart Clinic с IoT и Big Data.

80

Ресурсы, являющиеся упреждающим руководством в борьбе с распространением коронавирусной инфекции

В настоящее время эскалация распространения коронавируса вызывает особую тревогу и понимание того, что огромную важность имеют нормативно-методические документы по обеспечению качества воздуха в помещениях зданий как упреждающее руководство в борьбе с распространением инфекций в зданиях, особенно коронавируса COVID 19.

84

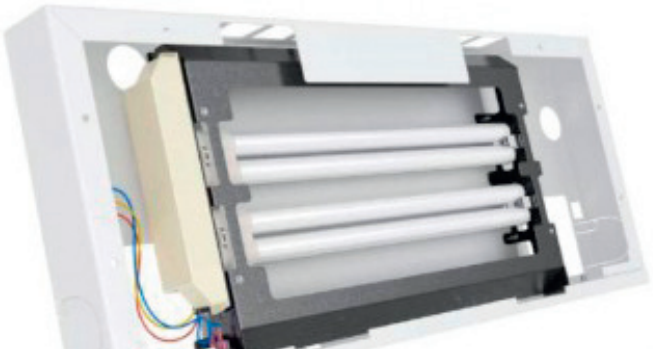
Практические рекомендации по борьбе с коронавирусом для систем вентиляции

В мире идет эпидемия коронавируса. Самое время осмыслить некоторые моменты, связанные с инженерным оборудованием жилищ, в которых мы живем, или вновь возводимых зданий, в первую очередь с точки зрения обеспечения здоровья и безопасности людей. Данная статья – это не только пособие по борьбе с корнонавирусом в системах вентиляции, но и осмысливание направления их развития.

90

Определение оптимальной работы вентиляции в больницах: контроль над вирусными инфекциями при максимальном энергосбережении

Обычное американское лечебное учреждение потребляет в 3–5 раз больше энергии, чем такого же размера офисное здание. Более чем две трети общего объема энергопотребления уходит на обслуживание климатических установок и поддержание требуемого качества воздуха в помещениях. Несмотря на это, в больницах США вирусные инфекции ежегодно уносят более 90 000 жизней и обходятся в сумму от 28 до 45 млрд долларов. Поэтому в одной из больниц были проведены исследования, цель которых – выявить локализацию и пути перемещения твердых частиц, находящихся в воздухе, а также определить зависимость их концентрации от направленного потока воздуха и кратности воздухообмена.



96

Системы воздухоподготовки в инфекционных отделениях больниц

Эффективное изолирование пациентов с вирусной инфекцией дыхательных путей требует скрупулезного соблюдения целого ряда требований. Некачественная система воздухоподготовки может свести на нет все усилия врачей и подвергнуть серьезнейшей опасности как медицинский персонал, так и пациентов.

102

Инженерное оборудование в борьбе с распространением коронавирусной инфекции Covid-19

Редакция журнала обратилась к экспертам за разъяснениями некоторых положений временных методических рекомендаций Министерства здравоохранения России «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID 19)» и распоряжения Правительства Московской области № 40 р от 29.05.2020 «Об утверждении Стандарта организации работы объектов розничной торговли, реализующих непродовольственные товары на площади торгового зала до 400 м^2, в целях недопущения распространения новой коронавирусной инфекции (COVID 19)».

108

Энергоэффективные системы климатизации больниц: особые требования к микроклимату операционных и палат интенсивной терапии

Для многих помещений в больницах требуются особые техниче¬ские и конструктивные решения, которые обусловлены высокой инфекционной опасностью, присутствием пациентов с ослабленным иммунитетом, наличием специального медицинского оборудования, необходимостью проведения уникальных лечебных процедур, а также высокой энергоемкостью инженерных систем. Именно для операционных и палат интенсивной терапии эффективная работа климатических систем имеет колоссальное значение, поскольку необходимо минимизировать распростра-нение инфекции, сохраняя при этом комфортные условия для медперсонала и способствовать выздоровлению пациентов.

118

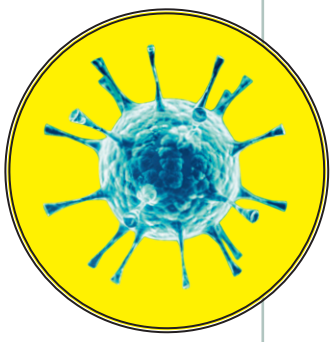
Инженерное оборудование инфекционных больниц.

Часть 1. Архитектурно-планировочные решения

Часть 2. Организация воздухообмена

Часть 3. Автоматизация инженерных систем

В силу сложившихся жизненных обстоятельств 2020 года тема борьбы с распространением новой коронавирусной инфекции COVID-19 охватила умы всего человечества. Нужно сказать, что комитет НП «АВОК» по лечебным учреждениям запланировал разработку новых рекомендаций по инфекционным больницам еще в конце прошлого года в продолжение уже разработанных и опубликованных рекомендаций Р НП «АВОК» 7.8–2019 «Проектирование инженерных систем лечебно-профилактических учреждений». Творческий коллектив комитета НП «АВОК» принял это решение, упреждая будущие события, когда о пандемии не шло и речи, и попал в цель.



ЦИФРОВИЗАЦИЯ В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ: ПЕРСПЕКТИВЫ В КРИЗИС

ЯВЛЯЕТСЯ ЛИ ПАНДЕМИЯ КОРОНАВИРУСА ДРАЙВЕРОМ ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ?

Марианна Бродач, Николай Шилкин

В художественной литературе достаточно давно эксплуатируются фантастические сюжеты о мировых катастрофах. Одно из первых таких произведений – опубликованный в 1912 году роман Джека Лондона «Алая чума» (ориг. «The Scarlet Plague»), в котором эпидемия неведомой болезни привела к гибели почти все человечество. Век спустя выдуманная история неожиданно стала суровой реальностью: мир столкнулся с кризисом, социальные, политические и экономические последствия которого пока трудно даже представить.

Глобальный кризис

Несомненные успехи в борьбе с инфекционными заболеваниями дали людям чувство уверенности, что достижения науки позволят легко справиться с любой новой угрозой. Но нынешний кризис, возникший из-за пандемии короновируса, показал, что это не так: мы, на самом деле, очень уязвимы для новых инфекций. Даже после того, как мир его преодолеет, рано или поздно можно ожидать появления новой подобной опасности.

С точки зрения техники, информационных технологий уже сегодня можно осмыслить уроки пандемии, вызванной коронавирусом COVID-19. Пандемия выявила две важных тенденции, положительную и отрицательную:

С одной стороны, информационные технологии достигли сейчас такого уровня развития, который позволяет реализовать возможности, немыслимые еще два десятка лет назад: дистанционное обучение, удаленная работа, онлайн-заказы и доставка продуктов и товаров, различные обучающие и развлекательные сервисы.

С другой стороны, хорошо известные технологии предупреждения распространения инфекций оказались не востребованы в массовом строительстве: инженерная инфраструктура наших домов и офисов не способна обеспечить эффективную защиту от пандемии.

Пандемия коронавируса оказывает глубокое влияние на экономику и социальную сферу. Уже сейчас очевидно огромное значение цифровизации экономики в условиях кризиса. Но можно ожидать и обратного влияния: какие-то области деятельности не пройдут испытание кризисом, но другие, наоборот, получат новый импульс для своего развития. Кризис повлиял и на энергопотребление, и на экологию, очевидна его взаимосвязь с качеством микроклимата. На распространение пандемии влияет и архитектура зданий, и, несомненно, инженерные решения. В условиях карантинных ограничений интерес вызывают градостроительные решения, которые позволят людям пережить изоляцию, не очень сильно изменив образ жизни.

Можно выделись несколько глобальных тенденций в архитектуре, инженерной инфраструктуре, автоматизации зданий, городов и вообще в цифровизации, которые, возможно, со временем изменят представление о нашей привычной среде обитания:

1. Влияние на развитие архитектуры и инженерной инфраструктуры
2. Смещение фокуса инноваций с микроклимата общественных зданий на жилые
3. Рурализация
4. Повышение уровня автоматизации для возможности удаленного обслуживания оборудования
5. Удаленная работа
6. Дистанционное образование
7. Электронная коммерция
8. Требования безопасности
9. Сокращение транспортного трафика хотя бы в центрах крупных городов, улучшение экологической ситуации в крупных городах за счет сокращения транспортного трафика

10. Развитие технологий искусственного интеллекта для разработки новых видов лекарств

Рассмотрим перечисленные возможности подробнее.

1. Пандемия – вызов для архитекторов и инженеров

Меры общественной защиты во всем мире включают ограничения на поездки, отмену мероприятий, закрытие учебных заведений, карантин. Миллионы людей оказались изолированы внутри своеобразных бункеров-убежищ, в которые внезапно превратились обычные квартиры. В течение нескольких дней образ жизни миллионов людей радикально изменился, а когда меняются потребности граждан, меняются и их дома, и их города.

Существует тесная связь между здоровьем и архитектурой (см. *)). Архитектура помогает формировать качественный микроклимат и может способствовать здоровью и благополучию. Темы, касающиеся здоровья, всегда стимулировали творческий поиск архитектора на всех уровнях: градостроительство и планировка территорий, архитектура зданий, дизайн интерьеров.

Как оказалось, пандемии могут стать частью нашей жизни. Поэтому многие специалисты предлагают пересмотреть подходы к проектированию зданий и городов. Необходимо проектировать дом, город завтрашнего дня, учитывая реальность угрозы новой неизвестной пандемии. Архитекторы и инженеры могут в этом случае стать гарантами общественного здравоохранения.

При возникновении подобного кризиса архитекторы и инженеры способны помочь решить две задачи:

- справиться с внезапно появившимся большим количеством больных людей;
- сделать жизнь города максимально нормальной для всех остальных жителей.

Так, в случае чрезвычайной ситуации из-за пандемии, город сталкивается с резко возросшими потребностями в медицинских зданиях, с необходимостью накопления продуктов и предметов первой необходимостью, возможно, и в кладбищах.

Ускоряет ли пандемия коронавируса цифровизацию городов? Уже сегодня очень важную роль в создании города играет реализация концепции «Умный город», которая подразумевает формирование комфортной городской

*)ВЛИЯНИЕ БОЛЕЗНЕЙ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ И АРХИТЕКТУРУ

Болезни часто играют важную роль в определении направления развития мировой экономики и передвижения людей в городах. Так разорившая Евразию в XIV веке бубонная чума, которую называли «черная смерть», убила более 30 % населения Европы и нанесла существенный вред социально-экономической инфраструктуре. В результате необходимость восполнить убыль рабочих рук привела к открытию и внедрению множества технологических и социальных инноваций, что привело к европейскому ренессансу. Такие изобретения, как печатный станок, изменили способ общения людей, а архитектура все больше учитывала требования по вентиляции и освещению. Это позволило улучшить жизнь людей, живущих в городах. Последующее развитие городской санитарии определялось борьбой с заболеваниями и их профилактикой. Например, вспышка туберкулеза в Париже способствовала проведению научных исследований, которые обосновали оптимизацию общественных пространств за счет надлежащей вентиляции и воздействия солнечного света. История создания вентиляции в домах США началась с предотвращения распространения заболеваний, передающихся по воздуху, особенно туберкулеза [2].

Фактически многие тенденции в архитектуре и урбанизме, которые мы наблюдаем сегодня, как и прежде вытекают из стремления обеспечить здоровье, гигиену и комфорт городских жителей.

среды, ЖКХ, безопасности, управления транспортными и пешеходными потоками за счет применения современных IT-решений. «Умный город» включают в себя качество управления городскими ресурсами, комфортную и безопасную среду умное ЖКХ – все это оказывается востребовано в период действия ограничений, вызванных пандемией.

Введенные во многих странах ограничения наглядно показали, что при проектировании жилых зданий будущего нужно предусматривать наличие пространств для индивидуальных и коллективных потребностей, защищающих здоровье людей, поскольку в такой ситуации они большую часть времени проводят в изоляции в жилых помещениях. Но самое главное, конечно – высокое качество микроклимата.

2. О микроклимате жилых зданий

Еще одно из возможных последствий кризиса – смещение фокуса инноваций с микроклимата общественных зданий на качество внутреннего воздуха в жилых помещениях.

Дело в том, что на современном этапе развития строительства и архитектуры мы научились строить здания, в которых поддерживается высочайшее качество среды обитания и максимальный комфорт. Но, как правило, речь здесь идет об общественных зданиях. Именно такие здания чаще одерживают победы в архитектурных конкурсах, им посвящаются публикации в специализированных журналах. А вот жилью внимания уделяется меньше. К тому же технологические инновации характерны в основном для индивидуальных объектов высокого класса.

В типовых многоэтажных домах, в которых проживает большая часть населения планеты (в 2018 году, по оценкам ООН, численность городского населения достигла 4,2 млрд человек, а это 55 % от общей численности жителей Земли [1]), качество микроклимата зачастую не отвечает требованиям комфортного пребывания. В результате возникает недовольство качеством воздуха, появляется «синдром больного здания» (Sick Building Sindrome) при том, что здания и системы вентиляции отвечают требованиям действующих стандартов. Подробно кризис вентиляции рассмотрен в статье проф. Ю. А. Табунщикова [2].

Очевидно, что одним из результатов текущего кризиса, вызванного пандемией коронавирусной инфекции, должен стать пересмотр подходов к организации вентиляции в массовом жилищном строительстве. Именно жилые здания должны не просто защищать жителей от возможных инфекций, но и обеспечивать комфортные условия при длительном пребывании в них человека без возможности их покинуть. Это вызов и для инженера и для архитектора.

3. Рурализация

Рост населения и урбанизация увеличивают опасность в случае возникновения эпидемий. По некоторым прогнозам к 2050 году на Земле будет проживать почти 10 миллиардов человек, и при этом большинство из них будут жить в городах. В современном урбанизированном и высокомобильном мире вспышки инфекционных заболеваний представляют величайшую угрозу для крупных городов.

ПАНДЕМИЯ В ЦИФРОВУЮ ЭПОХУ

Человечество сталкивалось с пандемиями – необычайно сильными эпидемиями глобального масштаба – на протяжении всей своей истории. Но пандемия COVID-19 особая: она случилась в эпоху активного развития цифровых технологий. Можно ожидать, что глобальный кризис, ею вызванный , ускорит переход общества в цифровой мир.

Распространение коронавируса COVID-19 разрушает сложившийся экономический и социальный уклад, изменяет привычный образ жизни. Этот кризис будет иметь долгосрочные последствия после его окончания, когда экономика снова начнет развиваться. Однако цифровизация экономики достигла значительных масштабов и является инструментом принятия решений быстрого реагирования на изменение ситуации, и позволяет адаптироваться к новым условиям как государственным органам, так и производителям и поставщикам услуг, и потребителям.

Введение ограничений на перемещение и социальное дистанцирование инициировало использование цифровых решений для удаленного осуществления многих видов экономической и социальной деятельности. Цифровизация обеспечивает телемедицину, удаленную работу и дистанционное онлайн-обучение, расширяет возможности связи и коммуникации, позволяет совершать покупки в Интернете, а также получать больше данных о распространении вируса и обмениваться информацией для продолжения исследований.

Однако при введении карантинных мероприятий наглядно проявились все преимущества рурализации (деурбанизации), т. е. оттока части городского населения в сельскую местность, процесс, обратный урбанизации.

Рурализация позволяет решить множество проблем, характерных для больших городов [3]: перенаселенность и скученность населения, которые способствуют распространению инфекционных заболеваний, возникновение стрессов и неврозов, социальную отчужденность, географическое расслоение по уровню доходов или по нацио-

нальному признаку, плохое состояние окружающей среды, транспортные проблемы, нехватку жилья, его дороговизну и недоступность. Цифровизация, с одной стороны, изменила наши представления о рабочем месте, с другой – существенно повлияла на товарно-денежные отношения и сферу цифровых услуг, позволяющих удовлетворить и материальные и духовные потребности человека. Все это оказалось очень востребовано в период введения карантинных мероприятий, да и психологически изоляция гораздо легче переносится в сельской местности.

Можно ожидать, что рурализация, этот мегатренд, и дальше будет проявляться все сильнее. Различные аспекты рурализации, преимущества и возможные последствия, влияние на развитие архитектуры и инженерии зданий, экологию рассмотрены в статье [3].

4. Повышение уровня автоматизации для возможности удаленного обслуживания оборудования

В период введения карантинных мероприятий и ограничений передвижения как никогда возросла значимость возможности удаленного управления и обслуживания различного оборудования, в том числе и инженерного оборудования здания. Можно ожидать, что в будущем роль возможности удаленного управления будет только возрастать, и такие системы станут обязательным элементом любого здания.

Такие проявления цифровизации, как технологии информационного моделирования зданий (Building Information Model – BIM), виртуальная (virtual reality – VR) и дополненная реальность (augmented reality – AR), интернет вещей (Internet of Things – IoT), облачные технологии (Cloud Services) дают практически неограниченные возможности оперативного удаленного обслуживания климатического оборудования. Развитие технологии информационного моделирования зданий стало по-настоящему новым, принципиально иным подходом к процессам не только проектирования, но и эксплуатации объекта. Интеграция систем автоматизации зданий с современной IT-инфраструктурой позволяет удаленно управлять зданием даже без специальных диспетчерских пультов, через обычный браузер. Разумеется, в этом случае чрезвычайно возрастает роль систем обеспечения безопасности.

5. Удаленная работа

Во многих странах сотрудникам различных организаций было предложено работать дома и заменять личные встречи видеоконференциями и обменом сообщениями. Функциональность и удобство таких услуг сегодня значительно выше, чем еще десять лет назад. Вполне вероятно, что их широкое использование, вызванное сегодняшним кризисом, будет иметь долгосрочные последствия: преимущества такого общения оценят все больше людей и организаций.

На данный момент трудно предсказать социально-экономические последствия пандемии короновируса. Наряду с опасениями по поводу здоровья населения очевидна опасность серьезного экономического кризиса. Из-за ограничительных мер деятельность многих предприятий и организаций под угрозой, и они должны фундаментально переосмыслить подходы к осуществлению своей деятельности и начать развивать другую культуру труда.

Ключевую роль на этом этапе играют цифровые технологии. Даст ли кризис новый и неожиданный потенциал для развития цифровой индустрии?

Кризис COVID-19 ставит острые экономические проблемы перед многими компаниями. Но для организаций, которые смогут перестроить свою деятельность, текущая ситуация может дать положительный экономический эффект. Возможно, пандемия коронавирусной инфекции существенно ускорит темпы цифровой трансформации.

В нынешней ситуации как никогда возросла роль удаленной работы. Из дома сейчас работает больше людей, чем когда-либо прежде. Неотъемлемая часть усилий по поддержанию удаленной бесперебойной работы – инструменты коммуникации и совместной работы. Очевидно, что после разрешения кризиса удаленная работа будет гораздо более популярна, чем это было до его начала. Можно ожидать рост числа совещаний и конференций, проводимых в сети, даже после окончания пандемии коронавируса.

При очевидности острых негативных последствий кризиса многие специалисты уверены, что он в долгосрочной перспективе будет способствовать техническому прогрессу. В целом цифровая экономика выйдет из сложившейся ситуации более сильной, чем была.

Анализ [4], проведенный UNCTAD , отображает изменяющийся цифровой ландшафт со времени последнего глобального бедствия – финансового кризиса 2008-2009 годов. Согласно анализу, кризис, вызванный эпидемией COVID-19, ускорил внедрение цифровых решений, инструментов и услуг, тем самым ускорив глобальный переход к цифровой экономике. Анализ показывает, как технологии используется в качестве важного инструмента для поддержания комфортного образа жизни и непрерывности бизнеса.

Меры по сдерживанию пандемии коронавируса привели к тому, что все больше компаний, организаций и государственных структур переводят свою деятельность и услуги в онлайн-режим, ограничивая тем самым физическое взаимодействие для сдерживания распространения COVID-19.

Цифровизация позволяет все больше использовать возможности телемедицины , дистанционной работы, дистанционного образования. Анализ, в частности, показал, что произошел скачкообразный рост дистанционной работы и онлайн-конференций, что повысило спрос на соответствующее программное обеспечение.

Рост зависимости деятельности организаций от онлайн-приложений увеличивает интерес к использованию облачных решений для хранения и анализа данных, аренды дискового пространства.

6. Дистанционное образование

Пандемия COVID-19 также оставила свой след в академической сфере. Школы и университеты перемещают занятия в Интернет.

Возможное глобальное долгосрочное последствие этих преобразований – повышение доступности образования: жителю отдаленного поселка совершенно необязательно перебираться в столицу, чтобы обучаться в столичном ВУЗе; при такой форме обучения он может спокойно обучаться даже не в одном, а в нескольких учебных заведениях в разных уголках страны одновременно. Конечно, такая форма получения знаний существовала и прежде, но до настоящего момента дистанционное обучение часто считалось не вполне полноценным. Теперь же все ВУЗы перешли именно на такую форму взаимодействия студентов и преподавателей, что вызвало очевидные трудности, которые, однако, вполне преодолимы.

Наш личный опыт успешной организации лекций для студентов магистратуры и бакалавриата Московского архитектурного института (МАРХИ) в формате вебинаров показал, что студенты с большим энтузиазмом принимают такую форму обучения, считают ее удобной и наглядной. Особенно удивило то, что на эти лекции записывалось большое число слушателей из других городов и стран ближнего зарубежья (притом, что они нигде особенно не рекламировались).

Цифровизация также позволила школам, высшим и средним учебным заведениям продолжить образовательные мероприятия дистанционно. Цифровые образовательные инструменты и онлайн-тренинги позволяют преподавателям и учителям поддерживать связь со своими студентами и учениками. Тем не менее, не все учащиеся могут одинаково пользоваться преимуществами дистанционного обучения: не везде есть качественный широкополосный домашний доступ к Интернету, не все родители могут обеспечить детям персональный компьютер или планшет, пригодный для дистанционного обучения, также имеет место проблема разного уровня цифровизации школ.

7. Электронная коммерция

Развитие электронной коммерции и разнообразных сервисов по предоставлению цифровых услуг дает возможность сейчас не только покупать товары в интернет-магазинах, но и смотреть фильмы в день премьеры, оплачивать коммунальные услуги и т. д.

Зримое последствие пандемии – переход к электронной торговле и предоставлению удаленных услуг по сравнению с физической розничной торговлей. Отмечается значительный рост заказов определенных групп товаров. Конечно, в большинстве отраслей наблюдается резкое снижение активности, результатом чего стали меры по сокращению персонала, однако некоторым компаниям, занимающимся электронной торговлей, пришлось, наоборот, нанять дополнительных сотрудников, чтобы удовлетворить возросший спрос. Например, сообщалось [5], что в США компания «Amazon» наняла для работы на складах еще 100 000 человек.

Процветают различные цифровые платформы, поскольку потребители ищут развлечения, возможности для покупок и новые способы коммуникации во время кризиса.

Еще одной областью, к которой резко возрос интерес, является потоковое вещание фильмов, что, кстати,

существенно увеличивает нагрузку на широкополосные сети передачи данных. Потоковые сервисы приобретают новую аудиторию.

Узкое место – физическая доставка товара курьерами в условиях пандемии, но и здесь обозначилось направление, позволяющее решить проблему: роботы и дроны заполняют пробелы, оставленные работниками-людьми, и заставляют задуматься о будущем рабочих мест в этом секторе экономики. Правда эта тенденция наметилась уже давно: в январе 2016 года опубликован доклад Всемирного экономического форума «The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution», в котором прогнозировалось сокращение 7,1 миллиона рабочих мест в период с 2015 по 2020 годы, в основном благодаря «искусственному интеллекту, робототехнике, нанотехнологиям и другим социально-экономическим факторам…».

Конечно, не все цифровые платформы получают выгоду. Особенно сильно пострадали от кризиса цифровые платформы, связанные с туризмом и мобильностью. В их числе сервисы онлайн-бронирования отелей, аренды квартир, такси, каршеринг и т. д.

8. Требования безопасности

Стремительный переход на онлайн-платформы имеет и некоторые негативные последствия. Одна из ключевых проблем – безопасность и конфиденциальность.

Сочетание возросшего количества дистанционной работы, онлайн-конференций, дистанционных услуг, удаленных сервисов и т. д. вызывает обеспокоенность в части безопасности. Люди, работающие из дома, как правило менее защищены в домашних сетях, чем на своих рабочих местах. Это значит, что необходимо уделять пристальное внимание к вопросам безопасности в процессе развития и использования цифровых инструментов

9. Сокращение транспортного трафика в центрах крупных городов, улучшение экологической ситуации

Для многих «домашний офис» стал новой формой выполнения рабочих обязанностей. Массовый переход к такой форме осуществления рабочей деятельности может иметь важные в долгосрочной перспективе последствия. Во-первых, под сомнение ставятся стратегические планы развития личного и общественного транспорта и в целом массовой мобильности. Это актуально, по крайней мере, для центров крупных мегаполисов, где нет промышленного производства (кстати, из-за отсутствия необходимости в ежедневных перемещениях на работу и обратно у многих людей появляется свободное время, чтобы, например, почитать хорошую книгу). Во-вторых, из-за резкого уменьшения транспортного трафика и числа людей в центрах крупных городов службы экомониторинга наблюдают резкое снижение загрязнения воздуха. Следует отметить, что в основном сообщается об улучшении экологической ситуации из-за снижения промышленного производства, но в деловых центрах мегаполисов это происходит именно за счет снижения транспортного трафика. Очевидно, что после преодоления кризиса промышленное производство вернется на прежний уровень, а вот сокращение транспортного потока хотя бы в центрах крупных городов – вполне вероятно.

#терминология

Биоинформатика *– междисциплинарная область исследований, которая разрабатывает методы и программные средства для анализа больших объемов биологических данных с использованием математических и статистических методов. Для анализа и интерпретации биологических данных биоинформатика объединяет биологию, информатику, прикладную математику и статистику.*

Молекулярное моделирование *– исследование структуры и свойств молекул вычислительными методами с последующей визуализацией результатов.*

10. Развитие технологий искусственного интеллекта для разработки новых видов лекарств

Одно из последствий кризиса – появление цифровых платформ для поддержки разработки новых лекарств. Появляются сообщения об использовании искусственного интеллекта для поиска вакцины от COVID-19. В Китае, США, в других странах коммерческие организации бесплатно предоставляют свои вычислительные мощности, программные ресурсы, доступ к облачным сервисам, технологии искусственного интеллекта научно-исследовательским организациям и группам для того, чтобы помочь им выполнять исследования в области эпидемиологии, биоинформатики и молекулярного моделирования в поисках новых лекарств и вакцин против вируса.

Литература

1. Прогноз городского и сельского населения мира, 2018. http://www.demoscope.ru/weekly/ 2018/0775/barom02.php

2. Табунщиков Ю. А. Вентиляция зданий — время новых знаний. // АВОК. – №4. – 2020.

3. Бродач М. М. Шилкин Н. В. Рурализация: мегатренд постиндустриального общества // Энергосбережение. – 2019. – № 1.

4. https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/dtlinf2020d1_en.pdf

5. Big Tech Could Emerge From Coronavirus Crisis Stronger Than Ever. // New York Times, 23 March 2020.

6. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

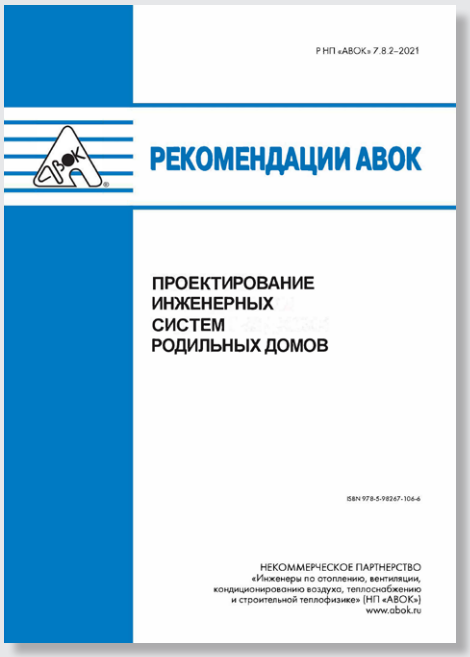
ОБ АВТОРАХ

М. М. Бродач, канд. техн. наук, директор журнала «Энергосбережение», вице-президент НП «АВОК», профессор Московского архитектурного института (Государственная академия)
Н. В. Шилкин, канд. техн. наук, шеф-редактор журнала «Энергосбережение», профессор Московского архитектурного института (Государственная академия)

НОВОСТИ КОМИТЕТА АВОК

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ НОРМИРОВАНИЮ, СТАНДАРТИЗАЦИИ И СЕРТИФИКАЦИИ

НОВЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ РОДИЛЬНЫХ ДОМОВ



28 января 2021 года состоялось первое в этом году заседание Комитета НП АВОК по техническому нормированию, стандартизации и сертификации (далее - Комитет) с участием представителей компаний Климатек Инжиниринг, МикроТех, АО «НПК МЕДИАНА-ФИЛЬТР», Представительство «Цендер Груп Дойчланд ГмбХ».

В развитие рекомендаций Р НП «АВОК» 7.8-2019 «Проектирование инженерных систем лечебно-профилактических учреждений» и Р НП «АВОК» 7.8.1-2020 «Проектирование инженерных систем инфекционных больниц» Комитетом инициирована разработка новых рекомендаций «Проектирование инженерных систем родильных домов».

Принято решение о формировании рабочей группы и начале работ с учетом финансовой поддержки проекта компаниями, поддерживающими идею создания документа.

ПРИГЛАШАЕМ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ КОМПАНИИ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В НОВОЙ РАЗРАБОТКЕ НОРМАТИВНОГО ДОКУМЕНТА АВОК

+7 (495) 621-8048, ДОБ. 218 S.MIRONOVA@ABOK.RU

СНИЖЕНИЕ СТОИМОСТИ ВЛАДЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ НЕДВИЖИМОСТИ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ – РЕЗУЛЬТАТ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ

М. С. Трифонов, генеральный директор ООО «Дельта Контролс»

В рамках национального проекта «Возрождение нации» необходимо рассмотреть задачу повышения уровня здоровья и образования граждан РФ. В связи с этим планируется ввести в обращение термин «кластер "Учеба – спорт – здоровье"» (см. *)). В данной статье рассмотрим задачи эксплуатации и энергосбережения в зданиях и сооружениях Кластера.

*) КЛАСТЕР «УЧЕБА – СПОРТ – ЗДОРОВЬЕ»

подразумевает объединение действий учреждений образования (детские сады, школы, высшие учебные заведения), здравоохранения (поликлиники, больницы, санатории) и спорта (ДЮСШ, фитнес-центры, стадионы, спортивные секции) по формированию здорового, образованного, сильного населения России. Объединение или интеграция выполняется на основе обмена информацией (данными) между системами управления соответствующих учреждений.

Очевидно, что инфраструктура кластера «Учеба – спорт – здоровье» (далее – Кластер) состоит из образовательных, спортивных и оздоровительных учреждений. Формируя Кластер на территории муниципального образования, необходимо учитывать доступность услуг для лиц, проживающих на данной территории, причем объекты Кластера должны находиться достаточно близко к местам массового проживания граждан. Одной из задач по поддержанию работы объектов такого Кластера для местных органов власти будет организация правильной эксплуатации для снижения стоимости владения и уменьшения потребления ресурсов.

Так как с точки зрения служб эксплуатации и поставщиков ресурсов школы, поликлиники и спорткомплексы ничем не отличаются, то возможно объединить все социальные объекты территории в единую систему обслуживания и контролировать состояние всех объектов из одного диспетчерского центра.

Данный подход позволит уменьшить расходы на персонал локальных служб эксплуатации, улучшить качество обслуживания, так как будет возможность собрать высококвалифицированных специалистов в одной эксплуатирующей организации, уменьшить время реакции на аварийные ситуации и оптимизировать затраты на запасные части и расходные материалы.

Возможная архитектура системы управления эксплуатацией Кластера представляет собой иерархическую древовидную структуру «перевернутое дерево», где «листьями» являются сами эксплуатируемые здания, которые объединяются в «кусты» с локальным диспетчерским пунктом, обслуживающим территорию квартала, микрорайона или большей территории. На вершине структуры расположен головной диспетчерский центр, сводящий в единый формат все данные с локальных объектов, анализирующий тенденции в работе оборудования, систем и объектов, предоставляющий обработанные данные для систем Big Data муниципального, регионального или федерального уровня.

В описываемый Кластер с точки зрения эксплуатации будут входить три типа объектов: Smart School, Smart Clinic, Smart Arena. Рассмотрим их подробнее.

Smart School

Smart School – учебное заведение, спроектированное, построенное и эксплуатируемое с учетом самых современных строительных и IT-технологий, таких как системы управления зданиями (АСДУ, BMS), Интернет вещей (IoT), большие данные (Big Data), позволяющих сократить стоимость владения, уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и улучшить качество предоставляемых услуг.

Современное развитие образования в мире характеризуется не только созданием, адаптацией и модернизацией программ обучения на основе передовых технологий, но и формированием необходимой среды, позволяющей быстро и эффективно получать знания, умения и навыки в образовательных учреждениях. Причем это не только применение программного обеспечения и компьютерной техники для ведения занятий, но и обеспечение необходимого микроклимата и безопасности в школах, детских садах и высших учебных заведениях.

Данные многих исследований показывают, что учеба в помещениях с правильными параметрами микроклимата улучшает усвоение материала на 30 %, уменьшает утомляемость как учащихся, так и преподавателей на 15–20 %, повышает качество преподавания. Системы безопасности в учебном заведении не только сохранят жизни учащихся и персонала в случае пожара или стихийных бедствий, но и обеспечат уменьшение воровства и хулиганских поступков как пришлых «гостей», так и учеников или персонала. Снижение криминальных действий также приведет к повышению качества учебного процесса. Таким образом, мы подходим к тому, что современные учебные заведения – строящиеся или модернизируемые – не могут обходиться без современных средств и систем обеспечения комфорта, безопасности и энергосбережения.

Еще одной, неявной выгодой от построения подобных школ будет возможность обучения школьников современным технологиям типа IoT, Building Management System на примере существующей системы управления школой. В данном случае это будет не просто кружок радиолюбителей или робототехников, а получение основ современной специальности – автоматизация зданий, Интернет вещей, большие данные. Работать на реальном проекте и реальном объекте всегда интереснее, чем сделать нечто и положить на полку.

Smart Clinic – основа национального здоровья и безопасности

Smart Clinic проектируется и строится с применением тех же самых технологий, что и Smart School: обеспечивающих лучшую управляемость зданием и энергосбережение и позволяющих построить надежную инфраструктуру учреждений здравоохранения страны, обеспечивая ее устойчивую работу как в спокойное время, так и при возникновении катастроф, пандемий, локальных конфликтов. Надлежащий микроклимат в операционных уменьшает риск врачебной ошибки из-за работы врача в некомфортных условиях, а правильно подобранные параметры воздуха в палатах обеспечат более быстрое выздоровление пациентов и увеличат оборачиваемость койко-мест, что даст возможность вылечить большее количество больных. Контроль за инженерной инфраструктурой не только уменьшит энергопотребление и увеличит время между регламентными работами, но и снизит вероятность выхода из строя медицинского оборудования ввиду плохого качества электропитания или параметров микроклимата.

Smart Arena – экономичный экологичный спортивный комплекс

Smart Arena дает возможность оптимизации графика проведения занятий в секциях и/или тренировок с учетом тарифного времени и загрузки спорткомплекса. Съем данных с мониторов здоровья упростит формирование графика и состава тренировок и их анализа как тренером, так и участковым врачом. Единый электронный идентификатор (RFID-карта/брелок) может быть применен как для доступа в здание, так и для оплаты занятий на тренажерах и в секциях.

Источники и достижение экономии в системах управления

1. Снижение потребления ресурсов

Система локальной автоматики может управлять инженерным оборудованием по графику, включаясь только тогда, когда необходимо, например для центрального кондиционирования операционных только на время проведения операций. Поскольку в операционных необходимо поддерживать определенный температурно-влажностный режим, выключение кондиционера с увлажнителем не только уменьшит потребление электричества данной установкой, но и

снизит нагрузку на станцию водоподготовки. Уменьшение суммарного времени работы вентиляционных установок приведет к увеличению периода между техническими обслуживаниями, а это даст сокращение затрат на сервисные службы. Система теплоснабжения может автоматически снижать температуру в помещениях в ночное время или в нерабочие часы – естественно, в соответствии с назначением данного помещения. Управление освещением по графику, по датчикам движения или по данным системы контроля и управления доступом (СКУД) не только даст прямую экономию электричества, но и уменьшит нагрузку на систему кондиционирования, так как лампы «не только светят, но и греют», а это избыточное тепло удаляется как раз кондиционерами. Управление фэнкойлами или мультисплит-системами позволит не только выключать их в неурочное время, но и не давать «охлаждать улицу», когда сотрудники при включенном кондиционере открывают окна.

Таким образом, можно обеспечить экономию ресурсов порядка 20–35 % в зависимости от степени сложности и современности системы управления. При затратах на электричество, тепло, воду порядка 30–40 млн руб./год, 20 % экономии – это 6–8 млн руб. ежегодно без учета роста стоимости тарифов.

2. Фонд оплаты труда службы эксплуатации.

Внедрение системы диспетчеризации по всем инженерным системам здания или комплекса зданий позволит сократить количество низового персонала службы эксплуатации. Внедренная АСУ здания позволит не только оперативно отражать состояние любой системы, как при нормальной работе, так и при авариях, но и, отслеживая тенденции изменения параметров оборудования, спрогнозировать возникновение аварии или нештатного режима работы. Это дает возможность грамотно планировать графики технического обслуживания и корректно бюджетировать затраты на эксплуатацию в ходе будущих периодов. Примерный эффект от оптимизации штатной структуры может выглядеть следующим образом.

Штат технического персонала службы эксплуатации городской больницы для работы «сутки через трое»:

- электрики – 4 с окладом 40 000 руб./мес.;
- сантехники – 4 с окладом 40 000 руб./мес.;
- техники – 4 с окладом 30 000 руб./мес.;
- диспетчеры – 4 с окладом 30 000 руб./мес.;
- начальник – 1 с окладом 65 000 руб./мес.

Итого 625 000 руб./мес. без налогов или 831 250 руб./мес. с налогами. В год, соответственно, получается 7 500 000 руб. без налогов и 9 975 000 руб. с налогами.

При внедрении системы диспетчеризации изменение штатной структуры службы эксплуатации может быть таким.

Штат технического персонала службы эксплуатации на 10 объектов для работы «сутки через трое»:

- электрики – 4 с окладом 60 000 руб./мес.;
- сантехники – 4 с окладом 60 000 руб./мес.;
- техники – 8 с окладом 45 000 руб./мес.;
- диспетчеры – 4 с окладом 45 000 руб./мес.;
- начальник – 1 с окладом 90 000 руб./мес.

Итого 1 110 000 руб./мес. без налогов или 1 476 300 руб./мес. с налогами. В год, соответственно, получается 13 320 000 руб. без налогов и 17 715 600 руб. с налогами. В пересчете на один объект это даст 1 332 000 руб. без налогов и 1 771 560 руб. с налогами. Как видим, возможная экономия ФОТ составит примерно 80 % при более высокой зарплате сотрудников и лучшем обслуживании объектов.

Расходы на техническое обслуживание и ремонт

АСУ здания позволяет контролировать не только текущее состояние оборудования, но и своевременность и качество его технического обслуживания. Также современные системы управления умеют, анализируя изменения параметров в оборудовании, прогнозировать возникновение неисправностей и планировать график ремонтов. Проведение обслуживания по реальному состоянию позволяет не только предотвращать аварийные ситуации, но и оптимизировать склад запасных частей и график платежей за обслуживание и пополнение склада. Работая в автоматическом режиме, система диспетчеризации может самостоятельно известить службу эксплуатации или сервисную компанию о скором техобслуживании или возможном ремонте. Имея эту информацию, можно грамотно спланировать график отключения систем для проведения регламентных работ, не влияя на режим работы учреждения. При наличии склада ЗИП в объеме 1–2 млн руб. ежегодная экономия 10 % даст 100–200 тыс. руб. финансового резерва для планового отдела. Проведение технического обслуживания по предикативной схеме дает экономию порядка 10–15 % и снижение вероятности наступления аварий на дорогостоящем оборудовании. Своевременное обслуживание холодильной машины или дизель-генераторной установки приведет к устранению рисков поломки и вывода оборудования из эксплуатации, что в денежном выражении может составлять шести-семизначную сумму. Неработоспособность инженерного оборудования также может привести к необходимости изменять график проведения занятий, операций или соревнований вплоть до полного переноса их в другой Кластер. Здесь стоимость потерь оценить практически невозможно.

Подводя итог, можно констатировать, что описанная концепция не только имеет право на жизнь, но и требует скорейшего внедрения. Численность населения сокращается, его здоровье не улучшается, уровень образования падает, и это может привести к необратимым последствиям. Внедрение данной концепции как минимум даст возможность экономии бюджетных средств, которые можно будет направить на улучшение первичных процессов в обучении, лечении и спорте. Как максимум будет построена устойчивая энергосберегающая инфраструктура учреждений социальной защиты, облегчающая выполнение государственных программ развития России.

Управление комплексом зданий из единого центра.

АВТОМАТИЗАЦИЯ.

ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ.

Реклама

ООО «Дельта Контролс»
www.deltacontrols.ru reception@deltacontrols.ru
Тел.: +7 (495) 988-80-28
129626, Россия, г. Москва, ул. Староалексеевская, д. 5, офис 152

Delta™ CONTROLS
A Delta Group Company

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ В БОРЬБЕ С РАСПРОСТРАНЕНИЕМ ИНФЕКЦИИ

ВЗГЛЯД УЧЕНОГО

Юрий Андреевич Табунщиков,
доктор техн. наук, профессор, член-корреспондент РААСН, президент НП «АВОК»

Рекомендации «Проектирование инженерных систем лечебно-профилактических учреждений»

ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО ВЕНТИЛЯЦИИ – ФАКТОР ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФЕКЦИИ

В настоящее время эскалация распространения коронавируса вызывает особую тревогу и понимание того, что огромную важность имеют нормативно-методические документы по обеспечению качества воздуха в помещениях зданий как упреждающее руководство в борьбе с распространением в зданиях инфекций, особенно коронавируса COVID-19.

НП «АВОК» разработаны уникальные, не имеющие аналогов в мировой практике рекомендации «Проектирование инженерных систем лечебно-профилактических учреждений», которые содержат требования к организации воздухообмена в помещениях лечебно-профилактических учреждений и к способам управления и эксплуатации инженерных систем, позволяющим реализовать главное условие эффективного предотвращения распространения инфекции – надежную изоляцию больного.

В НП «АВОК» ведется разработка крайне актуальных в настоящее время новых рекомендаций: «Проектирование лечебно-профилактических учреждений. Инфекционные больницы». В рекомендациях будут сформулированы требования к эффективному предотвращению распространения инфекции инженерными методами при обеспечении надежной изоляции больного, приведены технологические требования к помещениям инфекционных больниц, санитарно-гигиенические и противоэпидемические требования к планировочным решениям и организации воздухообмена и вентиляции, архитектурно-планировочные требования к проектированию, требования к организации теплоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, требования к организации воздухообмена в основных структурных подразделениях, требования к оборудованию. О других документах читайте материал в журнале[1] АВОК №3–2020.

Мир озабочен качеством воздуха. Во введении к стандарту ASHRAE 62-1989 «Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality», который рассматривается как крупное мировое достижение в области нормирования вентиляционного воздухообмена, указывается: «В настоящее время невозможно создать

[1] https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=7496.

стандарт, который обеспечит допустимое качество воздуха в помещениях для всех пользователей в любых условиях».

По результатам изучения Национального института по безопасности жилья и здоровья США, 2002 год: «Один миллион зданий в США имеет плохое качество внутреннего воздуха, в результате чего снижается производительность труда, и величина этих потерь достигает 60 миллиардов долларов в год. Более половины проблем с качеством внутреннего воздуха связаны с непрофессионализмом в проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха».

Очевиден дефицит знаний!

Этот вывод не является свидетельством бессилия ученых и инженеров – никто не собирается опускать руки. Это является свидетельством того, что проблема существует, что специалисты это понимают, что проблема сложная и требует консолидации специалистов всех стран.

Нерегулируемая естественная вентиляция, которая сегодня является самой распространенной для жилых зданий во всем мире, не может быть признана вентиляцией высокого качества для предотвращения распространения инфекции.

На самом деле, уже в начале XX века было установлено, что только механическая вентиляция обеспечивает необходимый воздухообмен в общественных зданиях[2].

В 1960-е годы в стране существовал ряд замечательных лабораторий в Москве и Ленинграде, в которых были достигнуты крупные успехи в изучении воздухообмена и воздухораздачи. Эти лаборатории обеспечивали приоритет российской науки в мире. К сожалению, в настоящее время эти лаборатории прекратили свое существование, но появление и распространение в настоящее время коронавирусной инфекции показало, как дорого нам обходится отсутствие таких лабораторий. Многие страны продолжают активно изучать проблемы вентиляционного воздухообмена и добились несомненных успехов. Сегодня актуальнейшая задача – завязать тесное сотрудничество с этими странами.

Задача руководящих организаций страны – обеспечить российским специалистам возможность такого сотрудничества, и здесь прежде всего необходима финансовая поддержка.

По данным датского ученого Оле Фангера, основоположника современной теории качества микроклимата, ежедневно около 5 тысяч человек умирает от плохого качества внутреннего воздуха (из доклада на Международной конференции по архитектуре и качеству окружающей среды, Тяньжань, Китай, 13 мая 2004 года).

Оле Фангер сформулировал принципы реализации новой идеологии совершенства внутренней среды в помещениях в отличие от современных попыток ограничивать степень неудовлетворенности и сокращать число жалоб. Эти принципы совершенства совместимы с задачами повышения энергетической эффективности и устойчивости среды обитания:

- Хорошее качество воздуха оправданно, так как оно приводит к повышению производительности труда и сокращает симптомы синдрома больного здания (SBS).
- Небольшое количество чистого воздуха следует подавать туда, где его вдыхают, то есть как «персонализированный воздух», вблизи зоны дыхания каждого человека.
- Следует избегать источников загрязнения, в которых нет необходимости.
- Следует обеспечивать индивидуальный тепловой контроль для решения проблемы различий между людьми в вопросе о желательной температуре в помещении.

В журнале «АВОК» №8-2015 был проведен круглый стол «Применение систем механической вентиляции в жилых зданиях». Профессор Михаэль Шмидт из Штутгартского университета (Universität Stuttgart Institut für Gebäude Energetik, Германия) говорил о том, что несомненным плюсом механической вентиляции является возможность рекуперации теплоты вытяжного воздуха. Проблема многих предлагаемых на рынке механических систем состоит в том, что часто они неэффективны с точки зрения воздухораспределения. Формально необходимый объем наружного воздуха они подают, но эффективность вентиляции невелика.

Текущий вывод профессора Шмидта: «Только механическая вентиляция может решить проблему, но мы еще далеки от повсеместного применения таких систем в силу ряда проблем».

Будущее должно принадлежать индивидуальной (персональной) вентиляции. Воздухообмен подавляющего числа проектируемых и эксплуатируемых общественных зданий обеспечивается системами перемешивающей вентиляции, при которых чистый наружный воздух интенсивно перемешивается с загрязненным внутренним воздухом в зданиях. Генерируемые внутренними источниками загрязнения равномерно распределяются в объеме помещений. Системы перемешивающей вентиляции крайне «благоприятно» влияют на распространение вирусных инфекций, передающихся воздушно-капельным путем.

При организации воздухообмена таким образом, чтобы наружный воздух подавался непосредственно в зону дыхания находящихся в помещении людей, а загрязненный воздух удалялся из верхней зоны (вне зоны нахождения человека), риск передачи вирусных инфекций от одного человека к другому сокращается в разы. Данное утверждение подтверждается исследованиями ученых: при применении систем персональной вентиляции вероятность заражения корью снижается до 2%, гриппом – до 1%; для систем вытесняющей вентиляции вероятность заражения корью 7%, гриппом 2%; для сравнения: при применении систем перемешивающей вентиляции вероятность заражения корью – 23%, гриппом – 7%. Таким образом, применение систем персональной вентиляции в помещениях с постоянными местами нахождения людей (например, в офисных помещениях) видится крайне перспективным инженерно-техническим решением для предотвращения распространения вирусных инфекций, передающихся воздушно-капельным путем.

Необходимо отметить, что системы вытесняющей и персональной вентиляции относятся к механическим системам вентиляции: воздух перемещается с помощью вентиляционной установки по воздуховодам. Ввиду этого высокая эффективность данных систем может быть достигнута только в совокупности с обеспечением качественной воздухоподготовки и недопущением подмеса загрязненного воздуха.

НП «АВОК» рекомендует придерживаться следующих стратегий проектирования систем вентиляции в помещениях зданий для упреждения распространения инфекции:

- в помещениях общественных зданий рекомендовать вытесняющую вентиляцию, а в помещениях офисных зданий на рабочих местах и в помещениях библиотек – персональную вентиляцию;

[2] Требования к вентиляции: история и развитие // АВОК. 2012. № 3.

• в жилых зданиях рекомендовать поквартирные приточно-вытяжные механические системы вентиляции;

• следует избегать источников загрязнений в помещениях, в которых нет необходимости;

• создавать разрежение – отрицательное давление в «грязных» помещениях;

• рекомендовать использовать «чистые» строительные материалы или как минимум материалы с низким уровнем загрязнения;

• создать стандарт по паспортизации систем вентиляции. Провести паспортизацию систем вентиляции;

• создать стандарт по оценке «здоровья здания». Провести натурную оценку «здоровья зданий».

Архитекторы делают здания красивыми и удобными, наша задача как инженеров – сделать их «здоровыми», а это зависит от наших успехов в науке и инженерии вентиляционного воздухообмена.

Литература

1. Стандарт АВОК 2.1–2017 Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена.

2. ASHRAE Standard 62.1–2019 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.

3. Olesen B.W. Стандарты вентиляции и качества внутреннего воздуха: Европа и США // АВОК. 2011. № 5.

4. Шилькрот Е. О., Губернский Ю. Д. Сколько воздуха нужно человеку для комфорта? // АВОК. 2008. № 4.

ВЗГЛЯД ИНЖЕНЕРА

Александр Николаевич Колубков,
директор ООО ППФ «АК», вице-президент НП «АВОК», аттестованный специалист НП «АВОК» по направлению «Проектирование инженерных систем зданий и сооружений»

КАЧЕСТВЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ – ЭТО В ПЕРВУЮ ОЧЕРЕДЬ ФАКТОР ЗДОРОВЬЯ[1]

Рекомендации при самоизоляции в условиях вирусной эпидемии

Самоизоляция в условиях эпидемии коронавируса должна проводиться правильным образом. Одну из основных ролей в этом играет грамотное проветривание помещения. При самоизоляции, когда люди постоянно находятся дома, огромное значение имеет воздухообмен в помещениях, а также поддержание оптимальных параметров температуры и влажности воздуха. Это ключевой момент.

Нормальные вентиляционные системы не должны допускать проникновения в квартиру воздуха из других помещений. Поэтому если человек чувствует запахи из кухни соседей, необходимо разбираться, кто такой «грамотный» такую систему проектировал или что за заказчик ее предложил или утвердил. Особенно это актуально в настоящий период, когда «грамотные проектировщики» предлагают вместо традиционных систем со сборными коробами и квартирными спутниками системы с разводкой сборных воздуховодов по межквартирным коридорам и горизонтальными врезками в него из прилегающих квартир, а застройщики в погоне за мнимой прибылью подхватывают и утверждают такие решения. Остановимся на этих схемах поподробнее.

О системах с разводкой сборных воздуховодов по межквартирным коридорам и горизонтальными врезками в него из прилегающих квартир

В чем суть перехода на такое решение? В несовершенстве нормативной базы, при которой стена квартиры не является противопожарной преградой

[1] Полная версия статьи будет опубликована в ближайшем номере журнала «АВОК»

и, соответственно, при выходе вытяжного короба из квартиры на нем можно не ставить противопожарный клапан. Но «грамотный проектировщик» не учитывает последствия.

Представим ситуацию, при которой надо помнить о классической российской проблеме – неработающей системе вентиляции: системы вентиляции смонтированы, но по факту выключены. Причин может быть миллион: от безграмотности эксплуатирующего персонала до многочисленных технических проблем в виде повышенного шума, замороженных теплообменников, сгоревших вентиляторов, несмонтированной автоматики и т. д.

Что в этом случае может произойти? Ну как пример, хозяйка ушла в магазин, оставив на плите кастрюлю с готовящимся обедом, и задержалась. В соседней квартире отлучившаяся по делам мать оставила спящего ребенка. Кастрюля выкипела, начала гореть, гарь потянуло по коридору в соседние квартиры. Дальше лучше не продолжать.

При пересмотре СП 60.13330 этот момент будет отражен, и при такой схеме вентиляции придется ставить противопожарные клапаны. Но тут уже экономии никакой для застройщика не будет.

Центральные приточно-вытяжные системы с утилизацией теплоты как переносчики заражения

Утилизация тепла вытяжного воздуха – это необходимый процесс для экономии энергоресурсов. Даже не обсуждается тот факт, что это оправданно и необходимо. Однако регенеративные теплообменники, принцип действия которых основан на аккумуляции теплоты и попеременном нахождении в зоне теплого воздуха (вытяжной зараженный воздух) и холодного (чистый приточный воздух), являются прекрасными переносчиками заражения.

По-видимому, методов быстрой дезинфекции рабочего колеса вращающегося теплообменника не придумать, поэтому их применение должно быть ограничено. Допустимо применение только пластинчатых рекуператоров. Но именно в центральных системах для обеззараживания воздуха вместо использования фильтров тонкой очистки (с целью уменьшения сопротивления и снижения потребляемой мощности) возможна установка секций с ультрафиолетовыми лампами.

Автономные решения по обеспечению вентиляции для собственников

Автономные решения по вентиляции из-за их в целом большей надежности более предпочтительны, тем более что вентиляция – это фактор здоровья в первую очередь и комфорта во вторую. Более того, любой человек – это собственник: одно дело самому купить дорогое, но обеспечивающее в доме здоровый микроклимат «железо», другое – платить кому-то за неизвестно какое оборудование, его ремонт и якобы обслуживание.

При переходе на поквартирные системы вентиляции (например, приточно-вытяжные установки с рекуператором) общее потребление тепла от сетей теплоснабжения здания на систему подогрева вентиляционного воздуха практически не берется. Общее потребление электроэнергии от сетей здания также не входит в общедомовое потребление. Потребление электроэнергии и предподогрев осуществляются со щитка владельца квартиры.

В автономных квартирных приточно-вытяжных установках (ПВУ) с установленным на воздухозаборе калорифером предподогрева проблем с заморозкой рекуператора, как правило, нет.

Автономная ПВУ квартиры вместе с двух-четырехтрубным фэнкойлом (конвектором) позволяют владельцу создавать систему комфортного поддержания микроклимата и управлять ею по своим ощущениям.

Центральная вентиляция в МКД рассчитана на подачу и удаление расчетного количества воздуха. В этом ее неоспоримый плюс, который может стать недостатком из-за индивидуальных потребностей проживающих.

Совсем другое дело – личная автономная система, владелец которой сам включает и регулирует расход, чувствуя потоки приточного воздуха, и может активно ими управлять. Здесь все понятно и осязаемо.

Посетителям выставок климатического оборудования наверняка удалось познакомиться с этими изделиями, в том числе с индивидуальными бризерами, в составе которых имеется не менее трех фильтров (включая антиаллергенные и HEPA-фильтры). Данные системы можно смело рекомендовать как достойные решения на данном этапе развития техники. Производителям же надо в первую очередь позаботиться об уменьшении уровня шума при их работе и достижении большей компактности.

Для вентиляции квартиры не нужно устанавливать громоздкие системы, а достаточно суперкомпактной вентиляционной установки или централизованной вытяжки в МКД. Получаемая польза от работы таких систем – гарантируемая доступность вентиляции для каждого потребителя, который заботится о здоровье и благосостоянии своей семьи. Например, Ballu серии ONEAIR с производительностью до 200 м^3/ч, климат-контролем до –40 °C и мощной шестиступенчатой системой очистки воздуха. Кстати, включающей в себя особо

актуальный в период коронавирусной эпидемии комплект УФ-лампы и генератора холодной плазмы для обеззараживания воздуха. Прибор полностью решает проблему вентиляции в помещениях площадью до 75 м^2. Монтаж производится всего за 1 час без каких-либо согласований специальным оборудованием алмазного бурения.

REHVA об эксплуатации помещений в районах, зараженных коронавирусом

В связи с пандемией коронавируса COVID-19 Федерация европейских ассоциаций отопления, вентиляции и кондиционирования REHVA опубликовала[2] руководство по эксплуатации помещений в районах со вспышкой коронавирусной инфекции. Особое внимание в руководстве уделяется правильной вентиляции.

В документе рассматривается риск передачи инфекции воздушным путем через микрочастицы меньше 5 мкм, которые могут оставаться в воздухе в течение нескольких часов и транспортироваться на большие расстояния. Эти частицы образуются при кашле и разговоре и не исчезают из воздуха так быстро, как более крупные капли, которые оседают на поверхности и высыхают. Этот механизм подразумевает, что для удаления большего количества частиц полезно увеличение вентиляции. Чтобы удалить вирус из здания, лучше всего поддерживать постоянную вентиляцию.

Авторы отмечают, что риск заражения возрастает в плохо проветриваемых помещениях. Размер частиц коронавируса составляет 80–160 нм, и они остаются активными в обычных условиях до 3 ч в воздухе помещения и до 2–3 дней – на внутренних поверхностях и предметах.

По возможности следует отключить и децентрализованные системы, использующие локальную рециркуляцию, такие как фэнкойлы.

Нет необходимости и в создании повышенной влажности. Вирус устойчив к изменениям окружающей среды и восприимчив только к очень высокой относительной влажности выше 80 % и температуре выше 30 °С, которые неприемлемы в помещениях, поэтому системы отопления или охлаждения не нуждаются в какой-либо регулировке.

Также нет необходимости заменять наружные воздушные фильтры системы вентиляции, которые в данном конкретном контексте не являются источниками загрязнения, и проводить специальную чистку межкомнатных вентиляционных каналов.

Поддержание влажности в помещениях, особенно в отопительный период, в условиях самоизоляции архиважно для здоровья. В монолитных МКД влажность зимой не превышает 15–20 %, что маловато при постоянном нахождении дома и при необходимости работать на «удаленке». Хорошо еще, что сейчас огромный выбор увлажнителей для бытовых условий и профессиональных задач. Лидеры по производству здесь, безусловно, компании «Русклимат» и Condair.

Не лишними будут и системы ультрафиолетового обеззараживания вытяжного воздуха. Если есть риск попадания загрязненного воздуха в приточный воздухозабор, то и на приточном воздухе нужно ставить УФ-установки. Ультрафиолет (бактерицидные фильтры, ультрафиолетовые лампы) помогает обеззаразить воздух. На данный момент нет никаких исследований, которые бы точно подтверждали, что распространяемый вирус боится таких решений, но по крайней мере это самая высокая степень защиты и повсеместно используется для повышенной очистки воздуха, где это требуется, – во всех медицинских учреждениях их ставят для обеззараживания воздуха.

Модуль обеззараживания воздуха

Неплохо посмотреть, как и в повседневной жизни можно добиться такой степени очистки, на примере модуля обеззараживания воздуха Energolux DUF. Модуль устанавливается вместе с внутренним блоком сплит-системы, образуя с ним единую конструкцию. Высокоэффективная молекулярная очистка воздуха, основанная на технологии фотокатализа, обеспечивает непревзойденную защиту здоровья пользователей.

По данным European Environmental Agency (EEA), главную опасность для здоровья человека несут наноразмерные частицы. К ним относятся молекулы основных возбудителей аллергии (20–400 нм), не удаляемые легкими человека аэрозольные частицы (20–100 нм), вирусы (20–300 нм), бактерии (от 100 нм).

Модуль обеззараживания воздуха Energolux DUF улавливает и инактивирует частицы размером от 30 нм (в том числе озон, угарный газ, аммиак, оксид азота и прочие токсичные газы) с эффективностью, близкой к 100 %, а также устраняет большинство запахов, включая табачный дым.

Благодаря высокоэффективной технологии обеззараживания воздуха работа сплит-системы совместно с модулем Energolux DUF гарантирует абсолютно новый уровень комфорта и экологии пространства.

Работа модуля обеззараживания воздуха Energolux DUF основана на фотокаталитическом окислении органических соединений на поверхности нанокристаллического диоксида титана под действием мягкого УФ-излучения (320–405 нм). Фотокаталитический элемент из пористого кварцевого стекла в виде пластин прямоугольной формы (номер патента PCT/RU2012/001086) применяется для инактивации всех типов микроорганизмов и удаления из обрабатываемого воздуха летучих органических загрязнителей. При попадании на поверхность фотокаталитического элемента любого органического загрязнения происходит его полное окисление до безвредных составляющих, без накопления на фотокаталитическом фильтре.

Процесс окисления интенсивен уже при комнатных температурах, и нет разницы, окисляется при этом органическая молекула, аэрозольная частица или бактерия. В результате окисления образуются в основном углекислый газ и вода. К настоящему времени существует информация о фотокаталитическом окислении более 24 000 видов органических соединений. ■

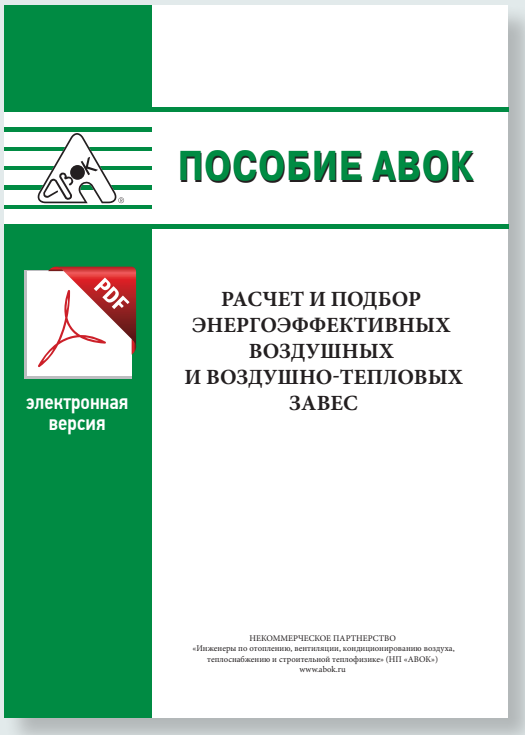
Все материалы для профессионалов строительной отрасли доступны на веб-ресурсах НП «АВОК»: www.abok.ru, webinar.abok.ru, events.abok.ru, www.abokbook.ru.

[2] https://www.rehva.eu/activities/covid-19-guidance.

Реклама

НОВИНКА

ПОСОБИЕ АВОК
«РАСЧЕТ И ПОДБОР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ВОЗДУШНЫХ И ВОЗДУШНО-ТЕПЛОВЫХ ЗАВЕС»



Пособие по расчету и подбору энергоэффективных воздушных завес – первый документ новой серии методических материалов «Пособий» для инженеров, которые будут содержать положения, разъясняющие применение требований, содержащихся в основных действующих нормативных документах по проектированию.

Автор пособия - А.С. Стронгин, канд. техн. наук, зав. лабораторией НИИСФ РААСН.

В пособии приведены общие сведения о физической картине распространения воздушных и тепловых потоков в открытых проемах нагреваемых и охлаждаемых помещений, рассмотрены теоретические основы предотвращения и локализации неорганизованных воздушных потоков, дано описание конструкций и представлены области применения воздушных завес различных аэродинамических схем. Сформулированы критерии динамической, энергетической, экономической и гигиенической эффективности воздушных завес, позволяющие выбирать оптимальное техническое решение. Приведены методики и примеры расчета для важных практических случаев применения воздушных и воздушно-тепловых завес, в том числе на базе конкретного оборудования компаний ООО «Системэйр» и ООО «Тропик Лайн».

Приобрести или заказать пособие можно на сайте abokbook.ru или по электронной почте s.mironova@abok.ru

ПОСОБИЕ АВОК abokbook.ru s.mironova@abok.ru +7 (495) 621-8048, доб. 218

МОНИТОРИНГ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА МЕДИЦИНСКИХ ХОЛОДИЛЬНИКОВ НА ОБЪЕКТАХ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

АНДРЕЙ БРУК, ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР ООО "КАРЕЛ РУС"

Системы мониторинга технологического оборудования давно и прочно вошли в нашу жизнь как часть более глобальной технологии интернета вещей (IoT). Итальянская компания CAREL – ведущий мировой производитель средств автоматизации вентиляционного и холодильного оборудования – уже много лет формирует технологические стандарты систем мониторинга в этих областях. Примерами тому являются системы мониторинга холодильного оборудования, успешно работающие в продуктовом ритейле (сети «Пятерочка», «Перекресток», «Карусель», «Ашан» и ряд других).

В последнее время в связи с подъемом интереса к медицинским технологиям в целом, и к использованию вакцин от COVID-19 в частности, особое внимание стало уделяться вопросам использования медицинских препаратов, требующих пониженной температуры хранения. Так, например, для отечественной вакцины «Гам-КОВИД-Вак», согласно инструкции по применению, требуется температура хранения не выше -18 °С, а использование возможно в течение не более 30 минут после размораживания. Только что было объявлено о появлении другой версии этой же вакцины, допускающей хранение при температурах 2–8 °С. Похожие требования по хранению и режиму размораживания действуют и для вакцин, произведенных в других странах. Разумеется, такой режим использования должен предполагать наличие системы мониторинга температуры в холодильниках, используемых для хранения вакцин, причем данные такого мониторинга должны быть доступны независимым контролирующим органам.

Особенно важным представляется обеспечение непрерывного мониторинга на «последней миле» - 4 уровне холодовой цепи – в аптеках, процедурных кабинетах и т. п., где в настоящее время мониторинг условий хранения происходит путем ручного заполнения «Журнала учета температурного режима холодильника», в который персонал 2 раза в сутки заносит вручную значение температуры в холодильнике.

С июля 2019 года силами ООО «Карел Рус» осуществлялся мониторинг температурного режима холодильников с медицинскими препаратами в одном из учреждений медицинского профиля в Санкт-Петербурге. Анализ записей температуры показал, что выход значений температуры за допустимые границы случается довольно часто. Наиболее распространенные причины этого:

- неплотно закрытая дверь холодильника вследствие небрежности персонала, неправильной установки холодильника или изношенности уплотнителя (рис. 1, 2);

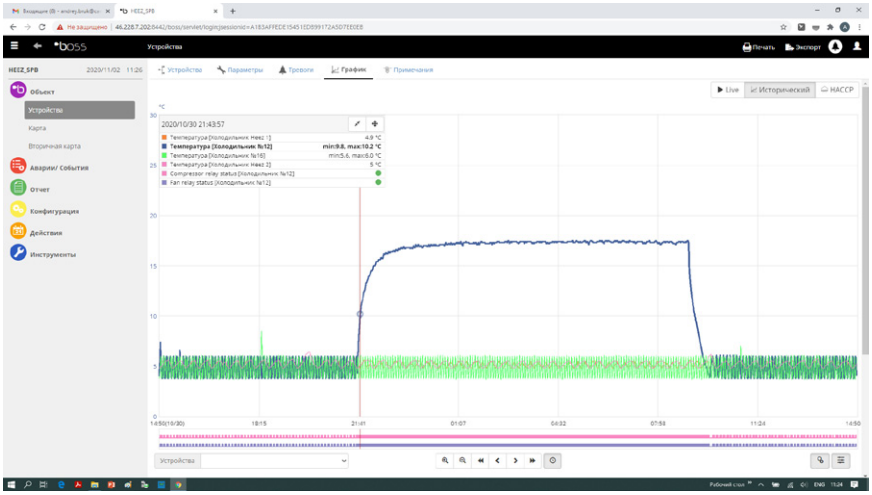


Рис. 1. Неплотно закрытая дверь холодильника в ночное время (повышение температуры в холодильнике с 4-6 °С до 17 °С)

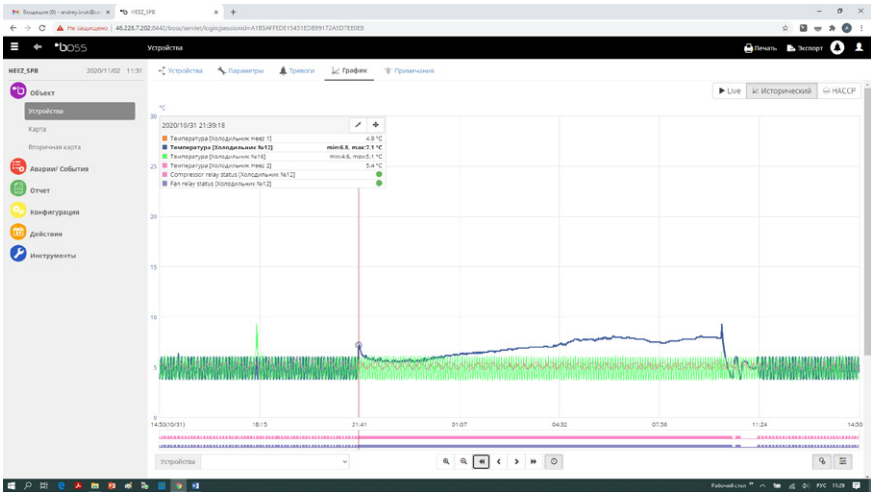


Рис. 2. Неплотно закрытая дверь холодильника в ночное время (повышение температуры в холодильнике с 4–6 °С до 8–9 °С)

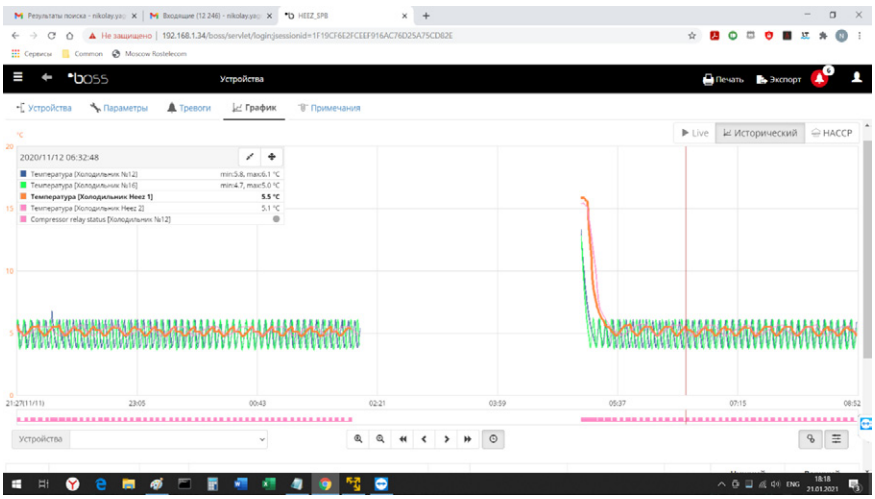


Рис. 3. Отключение электропитания в ночное время (повышение температуры в холодильнике с 4–6 °С до 15–17 °С)

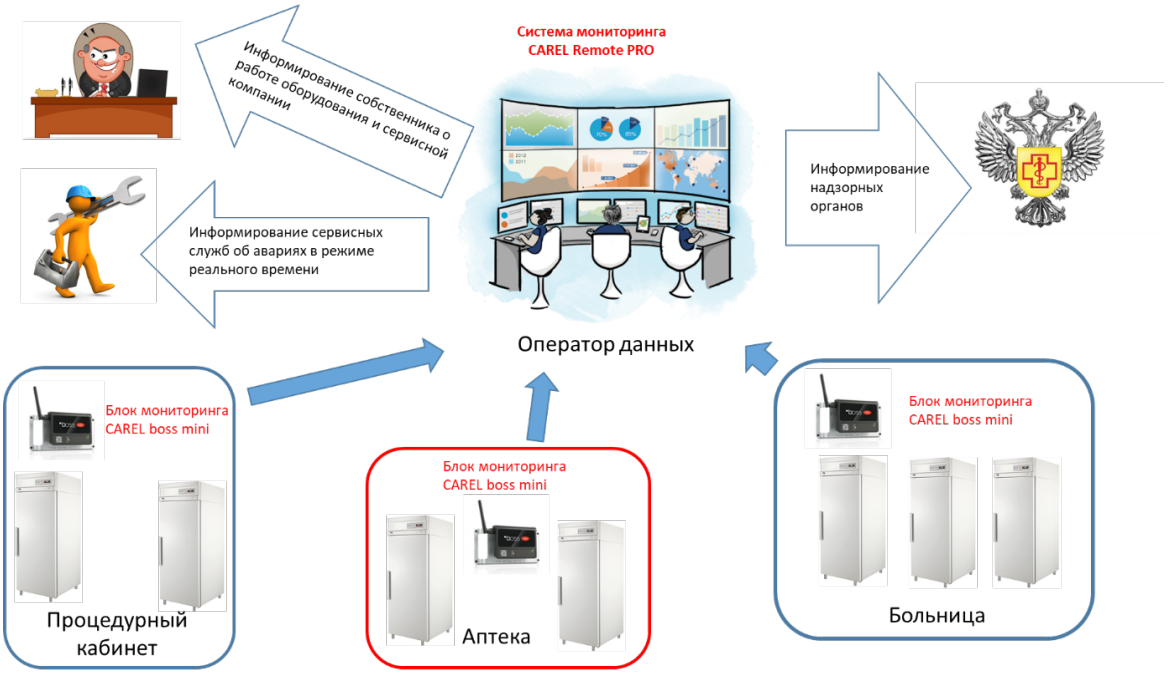


Рис. 4. Архитектура и функционал системы мониторинга температурных режимов медицинских холодильников

- отключение электропитания (рис. 3);

Из представленных примеров видно, что мониторинг в виде ручного снятия показаний утром и вечером в обоих случаях не показал бы нарушение температурного режима даже при добросовестной регистрации данных. В то же время, очевидно, что препараты, хранящиеся в таком холодильнике, к дальнейшему использованию стали непригодны.

Для реализации функций мониторинга электронные контроллеры медицинских холодильников (например, выпускаемых отечественными производителями: «Полаир», «Позис», «Бирюса» и др.) должны иметь сетевой интерфейс для подключения к локальному блоку мониторинга, а он, в свою очередь, - к глобальной системе. При использовании оборудования CAREL архитектура системы иллюстрируется на рисунке 4. Данные о температуре в холодильниках объекта передаются от контроллера в локальный блок мониторинга (например CAREL boss mini), который осуществляет сбор и хранение данных по каждому из объектов (таких как аптека в аптечной сети, процедурный кабинет в сети городских поликлиник, больниц и т. п.). Затем данные по сети Internet передаются оператору, который при помощи программного комплекса CAREL RemotePRO осуществляет длительное хранение и анализ полученных данных. Результаты анализа позволяют в режиме реального времени информировать:

- сервисную компанию о возникающих неисправностях,
- собственника, например аптечной сети, о состоянии холодильного оборудования, о работе сервисной компании по устранению неисправностей, электроснабжению объектов и т. п.,
- государственные контролирующие органы об условиях хранения медицинских препаратов в подведомственных учреждениях. ◆

Таким образом, на наш взгляд, нормативная база по мониторингу температуры холодильников в аптеках, процедурных кабинетах и других местах хранения препаратов должна быть пересмотрена с учетом современного состояния систем автоматики и интернета вещей. Нормативная база должна обеспечивать непрерывный мониторинг всей холодильной цепи от фармацевтического производства до места применения препарата. Результаты такого мониторинга должны быть доступны как коммерческим организациям, так и государственным контролирующим органам.

Компания CAREL располагает полным набором аппаратных и программных решений для реализации предлагаемых мероприятий в местном, региональном и федеральном масштабах.

CAREL

Реклама

www.carelrussia.com

ISH digital

World's leading trade fair

HVAC + Water

22–26. 3. 2021

ISH digital – moving forw@rd

РЕГИСТРИРУЙТЕСЬ УЖЕ СЕЙЧАС!

ish.messefrankfurt.com

Реклама

Посетите ISH digital!

Присоединяйтесь к прямым эфирам и выступлениям и продолжите диалог с Вашими бизнес партнерами в новом цифровом пространстве.

info@russia.messefrankfurt.com
Тел. +7 495 649 87 75

messe frankfurt

ВЫСТАВКА ISH DIGITAL 2021: ЦИФРОВОЙ ХАБ ДЛЯ ДЕЛОВЫХ КОНТАКТОВ

С 22 по 26 марта 2021 года пройдет ведущая международная выставка в области водоснабжения, теплоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха ISH digital 2021. Эта выставка проходит регулярно, каждые два года, и, несмотря на пандемию COVID-19, 2021 год не станет исключением: выставка состоится, но пройдет в новом, цифровом формате.

Цель выставки – объединить экспонентов, посетителей, экспертов и средства массовой информации из разных стран. Они встретятся на выставке для обмена знаниями, презентации новых продуктов, демонстрации последних достижений и инноваций. На выставке будет представлена обширная программа мероприятий.

Организатор выставки – компания Messe Frankfurt. Это крупнейшая в мире выставочная компания, организатор конгрессов и мероприятий с собственными выставочными площадями. В 30 дочерних компаниях Messe Frankfurt Group по состоянию на конец 2020 года работает около 2 500 человек. Годовой объем продаж компании в 2020 году составил около 250 млн евро.

В разделе ISH Energy на выставке ISH digital 2021 ключевой темой для обсуждения станет «Зеленая сделка». Европейская «Зеленая сделка» («Зеленый пакт», European Green Deal) – это набор политических инициатив Европейской комиссии, главная цель которых – сделать Европу климатически нейтральной к 2050 году. В соответствии с этим планом к 2030 году в ЕС должны будут сокращены выбросы парниковых газов как минимум на 50–55 % по сравнению с уровнем 1990 года. В числе прочих целей «Зеленая сделка» большое внимание уделяет зданиям. Здания – один из самых значительных потребителей энергии и, соответственно, источник значительного количества выбросов парниковых газов. При этом процессы как нового строительства, так и капитального ремонта существующих зданий в массе своей не отвечают критериям устойчивого развития. В зданиях используются многочисленные невозобновляемые ресурсы. «Зеленая сделка»

направлена на поощрение использования энергоэффективных методов строительства, таких как использование энергетических возможностей наружного климата, повышение степени цифровизации и теплозащиты, использование энергоэффективного оборудования. «Зеленая сделка» предусматривает капитальный ремонт социального жилья для повышения его энергоэффективности, что позволит снизить размер счетов за энергию для малообеспеченных групп населения, и многие другие мероприятия. Все эти вопросы будут в фокусе обсуждения на деловой программе выставки ISH digital 2021. Технические решения в части теплоснабжения и отопления могут внести решающий вклад в достижение климатических целей. В рамках форума ISH Technology and Energy Forum будут подробно рассмотрены текущие политические тенденции на рынке отопления.

Конечно же, в сложившейся в мире ситуации продолжающейся пандемии COVID-19 в центре внимания выставки будет и оборудование для вентиляции и кондиционирования воздуха. Инновационные технологии вентиляции могут в значительной степени защитить людей, находящихся в здании, от вируса и тем самым снизить риски заражения.

Раздел выставки ISH Water, посвященный водоснабжению, фокусируется на вопросах качества питьевой воды и тенденций к повышению уровня гигиены в ванных комнатах. Благодаря устойчивым к грязи и бактериям поверхностям, бесконтактному управлению и гигиеническим сантехническим приборам отрасль санитарной техники представляет интеллектуальные решения, отвечающие растущим требованиям к гигиене, независимо от назначения здания – эти решения могут использоваться и в ванных комнатах отелей, и в общественных туалетах, и в частных жилых домах.

Форум Pop up my Bathroom будет посвящен обсуждению последних тенденций на рынке сантехнического оборудования. На выставке ISH digital 2021 будут эксклюзивно представлены три долгосрочные тенденции в дизайне ванных комнат, которые будут иметь устойчивое влияние в ближайшие годы: Smart Bathroom («Умная ванная»), Green Bathroom («Зеленая ванная») и Living Bathroom («Ванная для жизни»).

ISH digital 2021 – это цифровой хаб для деловых контактов. На выставке экспоненты будут участвовать в двух модулях: ISH Contactor и ISH digital platform.

ISH Contactor – это международный центр и поисковая система в области водоснабжения, теплоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. На портале ish.messefrankfurt.com посетители могут круглосуточно получать самую свежую и актуальную информацию о компаниях-участниках. ISH Contactor – это крупнейший и наиболее полный справочник в мире сантехники и HVAC-индустрии с более чем миллионом посещений за каждый цикл мероприятий. Важная особенность – интеллектуальный подбор партнеров, подходящих деловых контактов, генерация потенциальных клиентов с использованием технологий искусственного интеллекта. Справочная информация включает привлекательную презентацию экспонента, представленные продукты, данные о контактных лицах. Есть функции чата и возможность индивидуальных видеозвонков для потенциальных клиентов.

Центральным элементом деловой программы выставки ISH digital 2021 является цифровая платформа ISH digital platform, на которой с 22 по 26 марта 2021 года в прямом эфире будут проходить онлайн-мероприятия. Именно здесь сосредоточена вся деятельность экспонентов. Естественно, весь контент, сгенерированный в ходе деловой программы выставки ISH digital 2021, будет доступен и после окончания мероприятия.

Также будут доступны трансляции программы мероприятий, как прямые трансляции, так и в формате «видео по запросу». Будет организована система онлайн-встреч посетителей и экспонентов. Во время выставки все функции будут доступны по всему миру, круглосуточно и независимо от часового пояса, что даст посетителям возможность услышать множество докладов, поучаствовать в мероприятиях для прессы, увидеть демонстрации продуктов, презентации и много другое.

Подробную информацию о выставке ISH digital 2021 можно найти на сайте www.ish.messefrankfurt.com.

КОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА 2020
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ №3

УМНАЯ БОЛЬНИЦА

PANDEMIC READY HOSPITAL – ЗАДАЧА ДЛЯ СИСТЕМ КЛИМАТИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

М. С. Трифонов, генеральный директор ООО «Дельта Контролс»

Пандемия (греч. πανδημία, **«весь народ») – необычайно сильная эпидемия, характеризующаяся распространением инфекционного заболевания на всей территории страны, территории сопредельных государств, а иногда и многих стран мира (например, холера, грипп).**

Что такое Pandemic Ready Hospital?

Pandemic Ready Hospital (PRH) – современная больница, подготовленная к работе и помощи пациентам в условиях пандемии.

В отличии от обычной клиники, PRH обеспечивает изоляцию и лечение гораздо большего количества пациентов.

В чем отличие PRH от обычной клиники

Отличие Pandemic Ready Hospital от обычной клиники в гибкой системе управления зонами и помещениями в части подпора воздуха и обеспечения санкционированного доступа в них. В обычной клинике требуется обеспечение высокой очистки воздуха и повышенное давление в операционных и палатах пациентов. В PRH вентиляция должна обеспечивать разрежение в палатах пациентов и тамбур-шлюзах для отсутствия перетока зараженного воздуха в остальную часть больницы. Также вытяжной воздух из зон пациентов не рециркулируется, а полностью выбрасывается наружу после максимальной очистки с использованием HEPA-фильтров (High Efficiency Particulate Air или High Efficiency Particulate Arrestance – высокоэффективное удержание частиц) и обеззараживания (например, УФ-обеззараживание).

Построение системы климатизации

Для PRH можно выделить два варианта построения системы вентиляции:

- зональная вентиляция;
- комнатная вентиляция.

Зональная вентиляция предполагает отдельную зону или этаж с установкой шлюзовых тамбуров при входе на этаж с лестниц из лифтовых холлов. В зоне создается разрежение относительно наружного давления и зон госпиталя, не относящихся к PRH. Следует учитывать, что в зонах, расположенных над и под зоной PRH, необходимо обеспечивать повышенное давление.

Данный тип вентиляции пригоден как для новых проектов, так и для реконструируемых зданий.

Комнатная вентиляция предполагает управление давлением в каждой палате, причем в зависимости от диагноза и состояния пациентов оно может быть как пониженным, так и повышенным. Система климатизации выполняется, например, с применением управляемых VAV[1]-клапанов для вентиляции каждой комнаты.

Данный тип вентиляции наиболее применим для новых проектов, поскольку такие решения необходимо закладывать на этапе проектирования.

Система автоматизации для PRH

Система вентиляции в PRH может эффективно работать только под управлением автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) (англ. BMS – Building Management System).

Вентиляция карантинных зон должна оснащаться VAV/VVT[2]-контроллерами, которые работают совместно с контроллерами приточных установок, контроллерами теплоснабжения и системой контроля и управления доступом (СКУД).

Такое построение системы вентиляции позволит использовать карантинные помещения как обычные палаты до наступления эпидемий или пандемий и моментально переключить их в режим максимальной безопасности.

ПАНДЕМИИ В ИСТОРИИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

- ***Юстинианова чума (541–700 годы)*** *– началась в Египте и охватила территорию всего цивилизованного мира того времени. Погибло около 100 миллионов человек, Византия потеряла примерно половину населения.*
- ***Черная смерть*** *– сокрушительная пандемия 1347–1351 годов, начавшаяся в Восточном Китае и прошедшая по всей Европе в середине XIV века. По меткому замечанию Г. Гезера (1867), «черная смерть» если и отклонялась от обычной картины чумы, то это лишь потому, что она совмещала в себе все те явления, которые были порознь в различных чумных эпидемиях. Погибло до 34 млн человек (треть населения Европы).*
- ***Испанский грипп (штамм H1N1)*** *– в 1918–1919 годах болезнь унесла жизни 40–50 млн человек.*

Pandemic Ready Hospital – умная больница

Pandemic Ready Hospital – это умная больница, Smart Clinic.

В умной больнице АСДУ здания (BMS) контролирует состояние инженерных систем, поддерживает необходимые параметры микроклимата с учетом анамнеза палатных больных, получая необходимые уставки и сценарии из медицинской системы.

Но, кроме этого, АСДУ позволяет оптимизировать потребление энергоресурсов и улучшить энергоэффективность. АСДУ может передавать заявки на энергоресурсы в умную сеть (Smart Grid).

АСДУ позволяет оптимизировать плановые ремонты и техобслуживание (ТО) систем и оборудования. Заявки сервисным компаниям на проведение ТО или ремонтов генерируются автоматически.

АСДУ обеспечивает безопасность клиники, пациентов и персонала, интегрируя в качестве подсистем системы контроля и управления доступом (СКУД), охранно-пожарную сигнализацию (ОПС), видеонаблюдение (CCTV).

---

[1] VAV, variable air volume – переменный расход воздуха.
[2] VVT, variable volume & temperature – переменный расход и температура (воздуха).

ПРАВИЛЬНЫЙ ВЫБОР СХЕМ И ОБОРУДОВАНИЯ КЛИМАТИЗАЦИИ – ГЛАВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ В БОРЬБЕ С РАСПРОСТРАНЕНИЕМ ВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ

А. П. Борисоглебская, председатель комитета НП «АВОК» по лечебно-профилактическим учреждениям, профессор Московского архитектурного института (Государственная академия)

YouTube АВОК

Сегодня очевидно всем, что эпидемиологическая обстановка в мире достигла критического значения из-за лавинообразно растущего количества заразившихся коронавирусом. Это значит, что к известным в России инфекционным заболеваниям различной этиологии (ОРВИ, ротавирусной и т. д.) добавляются новые инфекции, часть из которых «иммигрирует» из-за рубежа. Экстраполируя ситуацию, сложившуюся с коронавирусом COVID-19 в других странах, нельзя исключить вероятность того, что и Россию может охватить пандемия. На этом фоне важно знать, какие современные технические решения позволяют предотвратить распространение вирусных инфекций.

Лечебно-профилактические учреждения. Общие требования к проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

Опасность новых инфекций заключается в том, что они малоизучены, и поэтому непредсказуемо их развитие и течение вызванных ими заболеваний. Известно лишь одно: они приводят к очень серьезным последствиям: не только к нарушению здоровья людей, но и, в некоторых случаях, к смертности. Более того, существующие медикаменты могут оказаться бессильны в лечении, как видно на примере с коронавирусом COVID-19.

Создание системы медицинской помощи инфекционным больным

Эта серьезная эпидемиологическая проблема влечет за собой необходимость решения нескольких задач. Во-первых, поиска новых схем лечения лекарственными препаратами. Во-вторых, проведения серьезной модернизации и реконструкции существующих больниц. Затем строительства новых современных медицинских центров, оснащенных умным инженерным оборудованием, использующим достижения цифровизации, которое может адаптироваться к лечению различных видов болезней. Конечно в период пандемии главная цель введения в эксплуатацию новых площадей и увеличения коек-мест больниц – это оказание оперативной и своевременной помощи в борьбе с инфекцией.

По данным на сегодняшний день только в Москве около 80 тыс. человек проходят лечение в стационарных условиях. Очевидна острая нужда в расширении больничных площадей и в создании современной системы медицинской помощи инфекционным больным. Активно ведется реконструкция детских инфекционных больниц и больниц для взрослых пациентов на базе существующих. Однако остается еще большое количество больничных зданий, построенных более 30–40 лет назад и поэтому эксплуатирующих морально и физически устаревшее оборудование. Таким больницам трудно соответствовать действующим требованиям к лечению, особенно инфицированных пациентов, для которых необходимо выполнять главное условие – обеспечить надежную изоляцию больного для предотвращения распространения инфекции.

До сих пор 80 % инфекционных больных размещаются в многоместных палатах, зачастую не оборудованных даже отдельными санузлами. Доля использования современных мельцеровских боксов не превышает 20 % от всего коечного фонда городских больниц. В соответствии с решениями Правительства Москвы о модернизации инфекционной службы планируется реконструкция старых и строительство новых инфекционных больниц. Нужно отметить и строящийся в настоящее время медицинский центр в поселке Коммунарка. Работы в данном направлении ведутся и в других городах России. Так, в срочном порядке под Уфой начинается строительство инфекционной больницы на 520 мест. Новую больницу планируется построить менее чем за полгода и полностью оснастить ее современным медицинским оборудованием для лечения бронхолегочных заболеваний, в первую очередь коронавирусной инфекции. Активизация работы в этом направлении позволит спасти многие детские жизни и продлить жизнь людям пожилого возраста, наиболее уязвимых для инфекционных заболеваний.

#терминология

Мельцеровский* бокс *позволяет обеспечить наиболее совершенную изоляцию инфекционного больного. Мельцеровский бокс состоит из тамбура – предбоксника; палаты; санитарного узла с ванной; шлюза для персонала.*

**Эрнест Фёдорович Мельцер (1868–1922) – русский архитектор, военный инженер, профессор Николаевской инженерной академии (с 1900-х). Автор трудов по больничному строительству*

НОВЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЦЕНТР

В поселке Коммунарка в ноябре 2016 года началось строительство многопрофильного медицинского центра «Новомосковский» – настоящего «города здоровья». Этот медцентр станет одним из крупнейших лечебных учреждений столицы: на территории площадью 13 га будет размещено девять корпусов на 1066 коек и созданы все необходимые условия для оказания качественной и высокотехнологичной медицинской помощи. Больничный комплекс площадью более 160 тыс. м² оснастят современным медоборудованием в соответствии с мировыми стандартами.

Наличие вертолетной площадки позволит принимать экстренных больных, доставляемых санитарной авиацией.

В конце 2019 года было завершено строительство первой очереди медицинского центра «Новомосковский». Сейчас возводятся корпуса второй очереди, включая инфекционный корпус на 100 коек.

Комплексное решение проблемы

Но следует отметить, что, поскольку инфекции в основном передаются воздушным и воздушно-капельным путем, полная изоляция инфицированных пациентов невозможна исключительно за счет архитектурно-планировочных решений, какими бы удачными они ни были. Кроме того, даже самая современная больница, использующая для лечения высокие медицинские технологии, не сможет эффективно и безопасно функционировать в области защиты от инфекции без систем вентиляции воздуха. Поэтому должна быть правильно организована работа климатических систем, поддерживающих заданные параметры микроклимата и воздухообмена. Только комплексное решение проблемы, включающее реализацию

оптимальных конструктивных идей, внедрение достижений в области медицинского оборудования и выбор оптимальных схем работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха, управляемых с помощью современных автоматизированных цифровых платформ, обеспечит хорошие показатели в борьбе с вирусной и бактериальной инфекцией и ее распространением в помещениях больниц. И в этом симбиозе системы вентиляции имеют фундаментальное значение.

Также следует обратить внимание на системы подготовки воздуха. Если они низкого качества, то могут свести на нет все усилия врачей и подвергнуть серьезной опасности как пациентов, так и персонал.

В инфекционных больницах необходимо обеспечивать эффективную изоляцию основных структурных элементов больницы – боксов, полубоксов и палат, а также отдельных секций с разноименными инфекциями и этажей здания за счет организации движения потоков воздуха между помещениями. Воздух следует направлять из чистых помещений в «грязные» и обеспечивать его устойчивость. При подготовке воздуха его необходимо очищать в фильтрах сверхвысокой эффективности и подвергать обеззараживанию. Очень важно при организации притока и удаления воздуха в помещениях боксов, полубоксов и палат подобрать наиболее эффективные схемы. Все комплексные мероприятия должны повысить качество лечения больных, сократить его продолжительность и количество осложнений течения болезни и смертность среди пациентов.

Проектирование инженерных систем лечебно-профилактических учреждений

С учетом сложившейся эпидемиологической ситуации разработка рекомендаций по проектированию объектов здравоохранения инфекционного профиля является крайне актуальной задачей. Следует отметить, что специальных нормативных документов по проектированию инфекционных больниц до настоящего времени не существовало. Производство проектных работ регулировалось в основном СанПиН 2.1.3.2630–10 и СП 158.13330.2014. В 2019 году творческим коллективом НП «АВОК» создан уникальный документ – рекомендации Р НП «АВОК» 7.8–2019 «Проектирование инженерных систем лечебно-профилактических учреждений», в котором рассмотрены особенности проектирования инженерных систем в зданиях ЛПУ, обусловленные:

- большим разнообразием ЛПУ по функциональному назначению (специализированные и многопрофильные клиники с высокоасептическими операционными, инфекционные, радиологические больницы, поликлиники, диспансеры, рентгенологические отделения, аптеки и т. д.);
- рядом технологических, архитектурно-планировочных задач и санитарно-гигиеническими условиями воздушной среды самих ЛПУ.

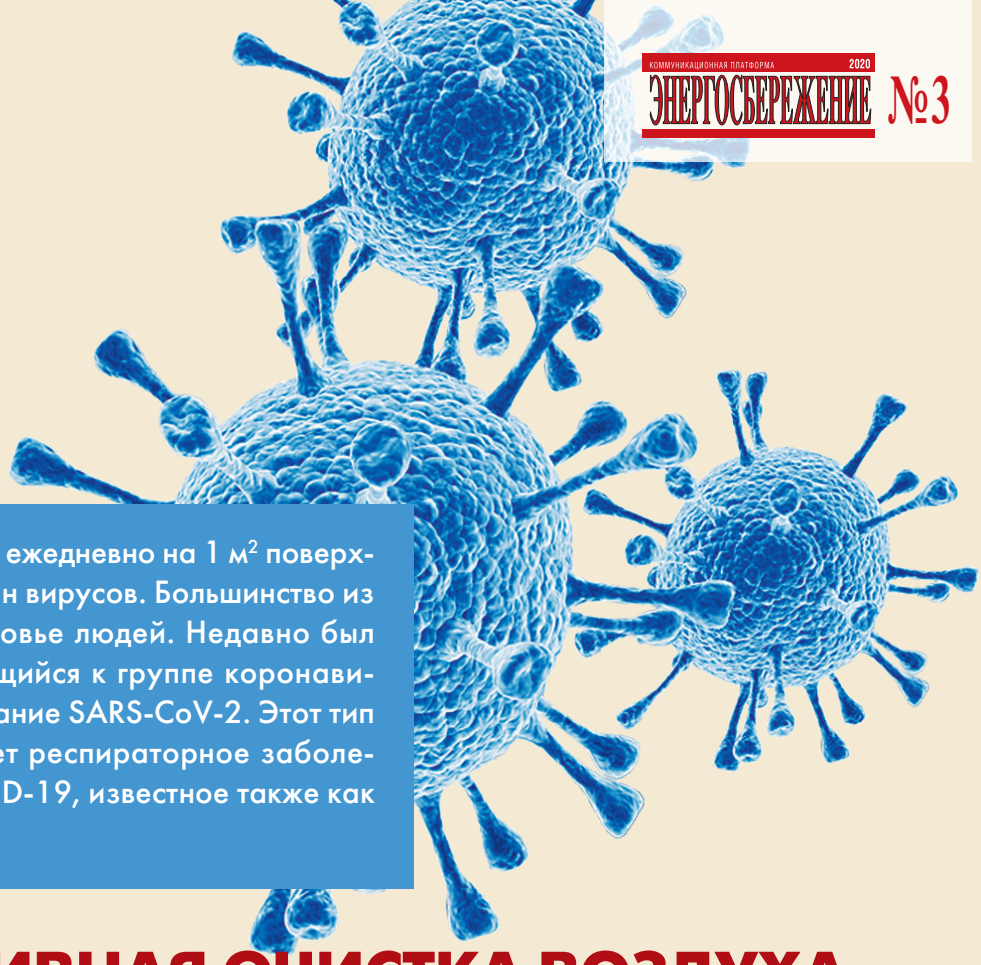
Понимая всю важность задачи борьбы и профилактики инфекционных заболеваний, в январе 2020 года комитет НП «АВОК» по техническому нормированию, стандартизации и сертификации начал работу над рекомендациями «Проектирование лечебно-профилактических учреждений. Инфекционные больницы», которые будут освещать следующие аспекты:

- технологические требования к помещениям инфекционных больниц.
- санитарно-гигиенические и противоэпидемические требования к планировочным решениям и организации воздухообмена и вентиляции инфекционных больниц;
- архитектурно-планировочные требования к проектированию инфекционных больниц;
- требования к организации теплоснабжения и отопления;
- требования к организации вентиляции и кондиционирования воздуха;
- организацию воздухообмена в основных структурных подразделениях больниц;
- требования к воздуховодам и оборудованию.

Рекомендации будут содержать практические примеры. ■

Для лечения зараженных коронавирусом в России решено до 30 апреля возвести восемь новых инфекционных больниц. Сейчас силами Минобороны ведется строительство госпиталей в Одинцове, Подольске, Нижнем Новгороде, Волгограде, Новосибирске, Оренбурге, Сосновом Бору и Уссурийске. К 15 мая будет построено еще восемь медцентров. Планируется возвести инфекционную клинику на 500 мест в Хабаровском крае. Через три месяца должно завершиться начатое строительство больницы на 520 мест в Башкирии под Уфой. В селе Вороновское на территории Новой Москвы продолжает строительство быстровозводимой инфекционной больницы. Медцентр, рассчитанный на 500 пациентов, планируют открыть до 20 апреля.

Один из самых масштабных проектов будет реализован вблизи деревни Голохвастово (Новая Москва). Огромный медцентр на 500–600 коек расположится на площадке в 43 га и будет иметь 12 корпусов, включая диагностический блок, приемное отделение, лечебный блок, реанимацию, лаборатории, операционные и т. п.



Ученые определили, что ежедневно на 1 м² поверхности находятся 800 млн вирусов. Большинство из них не влияют на здоровье людей. Недавно был выявлен вирус, относящийся к группе коронавирусов, он получил название SARS-CoV-2. Этот тип коронавируса вызывает респираторное заболевание, названное COVID-19, известное также как коронавирус.

ЭФФЕКТИВНАЯ ОЧИСТКА ВОЗДУХА ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ

Фредрик Хэггстрем, региональный менеджер Camfil Svenska AB

ВОЗ определила, что вирус преимущественно передается от человека к человеку при близком контакте либо при кашле или чихании зараженного человека. Капли, выделяющиеся при кашле или чихании, могут попасть на слизистые оболочки глаз, носа или рта здоровых людей, также они могут попасть в организм при вдыхании. Здоровый человек также может заразиться при прикосновении к поверхности, на которую попали капли, содержащие вирус, и дальнейшем прикосновении к глазам, носу или рту.

Исследования показали, что в капле диаметром 1,0 мкм, выделяющейся при чихании и кашле человека, имеющего респираторное заболевание, может содержаться достаточное количество вирусов для возникновения заболевания.

На возможность заражения влияют размер капли, количество живых вирусов в ней, время нахождения в воздухе и даже температура и относительная влажность. Исследования, проведенные в годы возникновения других респираторных заболеваний, показали, что вирусы также могут проникать в организм через вентиляционные шахты.

С точки зрения очистки воздуха капли являются частицами, которые необходимо удалять из потока воздуха. Воздушные фильтры как компонент системы вентиляции разработаны специально для обеспечения очистки воздуха, поступающего в здания. Однако увеличение эффективности фильтра не всегда является единственным решением для снижения риска возникновения заболеваний. Воздушные фильтры с большей эффективностью часто имеют более высокий перепад давления, что может снизить кратность воздухообмена в системе и повлиять на относительную влажность. Перед заменой фильтра необходимо удостовериться в том, что вентилятор рассчитан на дополнительную нагрузку.

Группа компаний Camfil как ведущий производитель и разработчик решений по очистке воздуха для помещений со стандартным риском заражения, таких как офисные здания, школы, аэропорты, производственные помещения и помещения, в которых нет людей с подтвержденными случаями COVID-19, рекомендует использовать фильтры с эффективностью ePM1 60 % и выше в соответствии с ISO 16890. Также рекомендуется выбирать производителя фильтров, сертифицированного Eurovent, для гарантии получения фильтров с подтвержденной эффективностью. Для увеличения срока службы фильтра рекомендуется использовать префильтр с достаточной эффективностью. ◆

ЭФФЕКТИВНАЯ ВЕНТИЛЯЦИОННАЯ СИСТЕМА – ИНСТРУМЕНТ БОРЬБЫ С ВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ

Jinkyun Cho, Ph.D, исследователь в KCL, Южная Корея, член ASHRAE;
Kyunghun Woo, исследователь в Samsung C&T Corporation, Южная Корея;
Byungsedn S. Kim, Ph.D, профессор Yonsei University, Южная Корея, член ASHRAE

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила пандемию коронавирусной инфекции COVID-19. В связи со сложившейся ситуацией возрастает актуальность средств, устраняющих загрязнение воздуха при заболеваниях, передающихся воздушно-капельным путем. Исследование, которое описывается в данной статье, оценивает и сравнивает различные схемы систем кондиционирования воздуха при инфекционных заболеваниях, спровоцированных выдыхаемым пациентами воздухом. Данная статья изучает воздушные потоки и распределение загрязненного воздуха в инфекционных блоках (ИБ), обращаясь к возможностям прогнозного моделирования и фактическим измерениям, выполненным в реальных условиях.

В больницах риск распространения загрязненного воздуха в основном зависит от направления воздушных потоков и его смены, возникающей в связи с расположением приточных и вытяжных воздухораспределителей. Улучшенная стратегия вентиляции в ИБ является самой продуктивной в устранении загрязнения, она базируется на наблюдениях и результатах моделирования от трех типов систем воздухоподготовки.

Вспышки коронавирусов (заболеваний, передающихся воздушно-капельным путем (см. *)) в больницах повышают риск инфицирования пациентами медработников и других пациентов. В основном из-за плохой вентиляции и слабой дезинфекции в больнице, КБРС-вирусы (см. *)) начали быстро распространяться среди пациентов, посетителей и даже медработников. План ИБ с отрицательным давлением включает в себя комплексный процесс решений.

Критичными параметрами дизайн-проекта являются технические параметры вентиляционной системы, местоположение, планировка, внутренняя отделка и оснащение ИБ. С учетом локации приточного и вытяжного воздуха риск распространения вируса в больнице зависит от смены движения и направления воздушных потоков.

ВОЗДУШНО-КАПЕЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА

*) ***Воздушно-капельная передача*** *– один из наиболее частых видов распространения инфекционных заболеваний, таких как оспа и туберкулез. Более 8 000 зарегистрированных случаев атипичной пневмонии повлекли за собой 774 случая летального исхода и подтолкнули к волне исследований и стандартизации медицинского оборудования в сфере заболеваний, передающихся воздушно-капельным путем. В мае 2015 года во время вспышки коронавируса ближневосточного респираторного синдрома (КБРС) в Южной Корее 36 пациентов погибли и 186 человек были инфицированы.*

Создание отрицательного давления в инфекционном блоке

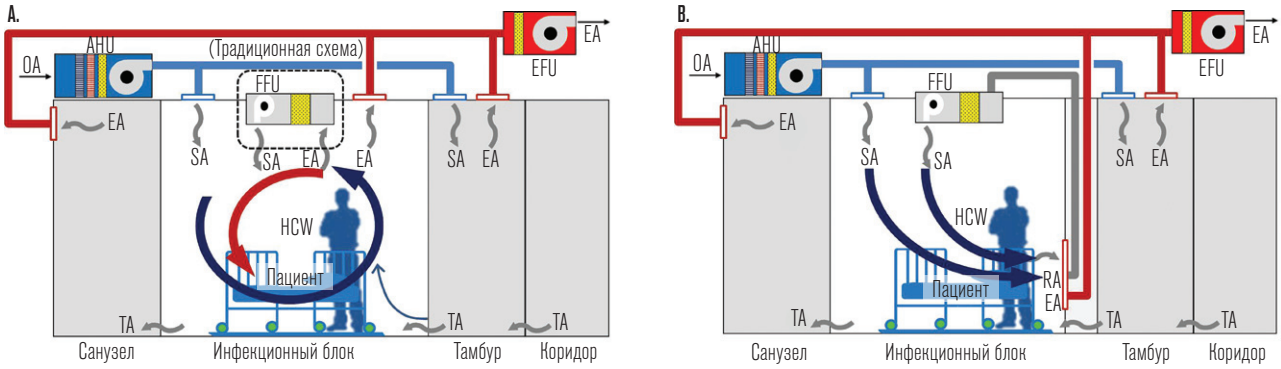
Как показано в табл. 1, технические требования к ИБ при отрицательном давлении варьируются от страны к стране. ИБ должны быть спроектированы таким образом, чтобы доставлять чистый воздух из чистой зоны в загрязненную. Согласно стандарту ASHRAE[1], разница давлений требует сохранять отрицательное давление как минимум 2,5 Па. Актуальный уровень отрицательного давления будет зависеть от нескольких факторов: разницы объемов приточного (SA) и вытяжного (EA) воздуха; направления воздушных потоков; месторасположения точек, откуда происходит подача приточного воздуха и конструктивное наполнение палаты экстренной медицинской помощи. Для сохранения отрицательного давления в комнате объем вытяжного воздуха должен быть на 10 % больше объема приточного. В помещении с высокой воздухопроницаемостью система кондиционирования воздуха может оказаться неспособной обеспечить необходимый перепад в потоках приточного и вытяжного воздуха. Чтобы снизить концентрацию загрязнения, в существующих учреждениях здравоохранения требуется обеспечить в инфекционных блоках кратность воздухообмена по крайней мере 6 $ч^{-1}$.

Проблемой может быть то, что вентиляционная система в инфекционных блоках может допускать смешивание воздушных потоков и

Таблица 1 Стандарты дизайна для ИБ для предотвращения загрязнения воздуха

Страна	Наименование организации	Кратность воздухообмена, $ч^{-1}$		Перепад давления, Па	Рециркуляция	Наличие тамбура
США	Центр по контролю и профилактике заболеваний	Существующий – более 6	Новый / после модернизации – более 12	Более 2,5	Да (w/HEPA Filter)	Рекомендовано
Канада	Канадское агентство по здравоохранению	Существующий – более 6	Новый / после модернизации – более 9	–	Да (w/HEPA Filter)	Рекомендовано
Великобритания	Департамент здравоохранения	Более 10		Более 5,0	Нет	Рекомендовано
Норвегия	Департамент здравоохранения	Более 12		Более 5,0	Нет	Обязательно
Австралия	Министерство здравоохранения и людских ресурсов	Обязательный – более 12	Рекомендуемый – более 15	Более 15,0	Нет	Обязательно
Гонконг	Отдел здравоохранения Комитета по контролю за инфекциями	Существующий – более 6	Новый / после модернизации – более 12	Более 2,5	Да (w/HEPA Filter)	–
Южная Корея	Центры по контролю и профилактике заболеваний	Обязательный – более 6	Рекомендуемый – более 12	Более 2,5	Да (w/HEPA Filter)	Обязательно

[1] ASHRAE/ASHE Standard 170–2017 «Вентиляция объектов здравоохранения».



HCW – медработник, OA – наружный воздух, SA – приточный воздух, EA – вытяжной воздух, TA – внутренний переток воздуха, FFU – фильтровентиляционный модуль, AHU – центральный кондиционер/приточная установка, EFU – вытяжная вентиляционная установка

Рис. 1. Варианты вентиляционных систем в инфекционном блоке: a) типичная; b) усовершенствованная

неприемлемый характер обтекания воздушным потоком поверхностей внутри ИБ. В идеале подготовленный чистый приточный воздух нужно подавать в зону рядом с медработником и удалять воздух из зоны нахождения пациентов. В традиционной схеме воздухообмена в ИБ используется система верхней (потолочной) подачи приточного и удаления вытяжного воздуха и/или установка рециркуляции воздуха с HEPA-фильтром, таким как фильтровентиляционный модуль (fan filter unit, FFU).

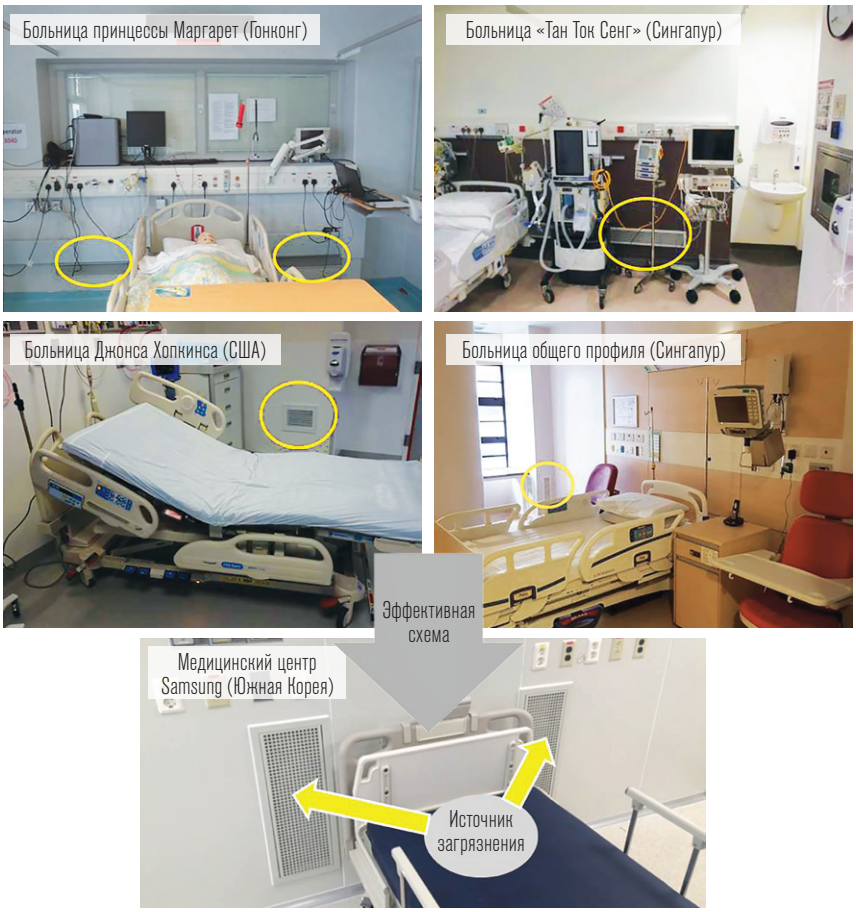


Рис. 2. Эффективный вариант установки вытяжных решеток для системы вентиляции в инфекционном блоке

При решении, показанном на рис. 1a, в некоторых местах комнаты концентрация загрязнения от источника инфицирования может из-за смешивания воздушных потоков в ИБ снижаться недостаточно, то есть приточный воздух движется по направлению к персоналу, однако воздух вблизи пациента не удаляется. В результате возникает высокий риск инфицирования пациентом медработника.

Усовершенствованная схема системы вентиляции (рис. 1b) имеет более удачное расположение: вытяжные решетки установлены на стене у изголовья кровати на уровне пола, а на потолке со стороны изножья кровати предусмотрены приточные диффузоры. Вытяжные решетки должны быть расположены на высоте 150 мм от поверхности пола. Данная организация системы вентиляции была принята в нескольких больницах, однако пространство перед вытяжной решеткой при подобном расположении зачастую заставлено различными предметами, например медицинской мебелью. Поскольку места подачи приточного и удаления вытяжного воздуха очень важны, две настенные вытяжные решетки вместе с фильтровентиляционным модулем (FFU) должны быть установлены так, чтобы эффективно устранять загрязненный воздух (рис. 2). Конечная цель исследования – найти оптимальный вариант системы вентиляции, основным параметром которой является концентрация загрязняющих веществ, что позволяет придерживаться передовых методов проектирования.

Цифровое моделирование для системы вентиляции в инфекционном блоке

Схемы вычислительной гидродинамики (CFD) в цифровом моделировании

Исследование динамики воздушного потока и загрязнения воздуха в условиях, когда пациент кашляет, проведено на трех CFD-моделях. Местонахождение медработника, пациента, расположение дверей санузла и прихожей (тамбура), а также потоки приточного и вытяжного воздуха для ситуаций, проанализированных в данном исследовании, показаны на рис. 3.

Площадь комнаты составляет 16 м^2, высота потолка – 2,6 м^2 (с учетом подвесного потолка). Тепловая нагрузка с учетом присутствия четырех человек (1 пациент и 3 медработника) предположительно составила 248 Вт (15,5 Вт/м^2). Теплопоступления от освещения достигают 11,9 Вт/м^2. В комнате на восточной стене расположено окно, теплопоступления через которое составляют 30 Вт/м^2. Остальные наружные стены являются изолированными (отсутствие теплопритоков). Таким образом, общая тепловая нагрузка в ИБ равна 56,8 Вт/м^2.

Общий объем и температура приточного воздуха составляют соответственно 500 м^3/ч и 16,4 °С. Через дверь тамбура дополнительно поступает 100 м^3/ч приточного воздуха. В подвесном потолке размещены прямоугольные диффузоры, каждый из которых имеет расход 250 м^3/ч. Количество вытяжного воздуха составляет не менее 400 м^3/ч; кроме того, через ванную комнату (санузел) дополнительно удаляется 200 м^3/ч. Таким образом, общий расход вытяжного воздуха равен 600 м^3/ч.

Исследование инфекционного блока предполагало контроль по отрицательному давлению при полностью закрытых дверях. Вначале применялись традиционные решения для зоны воздушных потоков. Потом в течение длительного времени индикаторный газ подавался в ИБ, а точнее прямо в ротовую полость выполняющего роль пациента манекена (далее – пациент). Источник заражения (рот пациента) находился на высоте 0,9 м над уровнем пола. Возможные траектории движения загрязненного пациентом воздуха анализировались путем отслеживания движения потока воздуха (табл. 2). Основное внимание уделялось высвобождению патогенных микроорганизмов с низким импульсом (иными словами, сильный кашель не рассматривался), и предполагалось, что большая часть болезнетворных организмов, находящихся на уровне лица пациента, станет распространяться с потоком воздуха и не будет оседать на различных поверхностях.

Рассмотрены три варианта местоположения вытяжных решеток (табл. 3) при условии, что во всех трех случаях потолочные приточные диффузоры расположены с левой стороны от головы пациента:

- Вариант 1: вытяжные решетки находятся на потолке около двери санузла (рис. 3a).
- Вариант 2: вытяжные решетки установлены под кроватью пациента на высоте 0,2 м над уровнем пола (рис. 3b).
- Вариант 3: вытяжные решетки находятся на стене за головой пациента на высоте 0,2 м над уровнем пола (рис. 3c).

Таблица 2 Предельные условия при стандартной скорости воздухообмена

Подача чистого воздуха в инфекционный блок	Скорость подачи по умолчанию V_s = 0,772 м/с (500 м^3/ч), T = 16,4 °С
Поступление воздуха из тамбура	V_s = 0,411 м/с (100 м^3/ч), T = 26,0 °С
Поступление воздуха в санузел	V_s = 0,902 м/с (200 м^3/ч), T = 26,0 °С
Наклонный манекен (пациент)	Однородный тепловой поток 62 Вт, отсутствие границы проскальзывания, стандартная функция стены
Поступление загрязнения в инфекционный блок изо рта пациента (манекен)	Скорость выдоха 0,995 м/с, T = 30 °С, массовая доля газа (SF_6) равна 0,04 (т. е. скорость выпуска газа [SF_6] равна 0,54 м^3/ч)
Стены и койки	2 и 1 Вт/м^2 на потолке/полу, отсутствие границы проскальзывания, стандартная функция стены

Результаты цифрового моделирования

По каждому из трех вариантов было смоделировано распространение инфекции от пациента и распределение воздушного потока в ИБ (рис. 4) и показан уровень респирации медработников во время обслуживания пациента.

В некоторых зонах наблюдался застой воздуха с высокой концентрацией загрязнения. Наблюдался переток воздуха между приточными диффузорами и вытяжными решетками. Моделирование с применением методов CFD-моделирования показало, как предотвратить в инфекционном блоке распределение загрязнения воздуха, основываясь на анализе полученного спектра распределения потоков воздуха. Отметим, что абсолютное значение концентрации загрязнения в данном исследовании не имеет значения, важнее относительный профиль концентрации между различными системами вентиляции.

Значения концентрации загрязнения, которому подвержены медработники, приведены в табл. 4. Система вентиляции в варианте 1 имеет самые высокие значения концентрации загрязнения – от 33,1 до 72,7 ppm. Самая низкая концентрация во всех трех вариантах наблюдается около медработника 3 (HCW-3), а самая высокая – около медработника 1 (HCW-1). Во время обслуживания пациента медработник, скорее всего, будет находиться на расстоянии 1,4 м, где более высокий уровень воздействия загрязняющих веществ.

Это показывает, что вариант 1 – неэффективное решение для удаления загрязнения из ИБ. По сравнению с вариантом 1 схемы вентиляции в вариантах 2 и 3 обеспечивают более низкие значения концентрации загрязняющих веществ, соответственно в диапазонах 25,1–34,4 и 21,2–24,4 ppm.

При обслуживании медработниками пациента разница в уровне загрязнения оказалась существенной (табл. 5).

Таблица 3 Предельные условия вытяжного воздуха для вентиляционных решений

	Вытяжной воздух (скорость извлечения по умолчанию V_e)			
	Все поверхности	Потолок	Настенное крепление (под койкой)	Настенное крепление (за койкой)
Вариант 1 (базовый)	400 м³/ч	400 м³/ч V_e = 0,617 м/с (0,3 × 0,3 м) 2 EA	–	–
Вариант 2		40 м³/ч V_e = 0,123 м/с (0,3 × 0,3 м) 1 EA	360 м³/ч V_e = 0,455 м/с (1,1 × 0,2 м) 1 EA	–
Вариант 3		40 м³/ч V_e = 0,123 м/с (0,3 × 0,3 м) 1 EA	–	360 м³/ч V_e = 0,455 м/с (0,20 × 0,55 м) 2 EA

Таблица 4 Предельный уровень заражения медработников

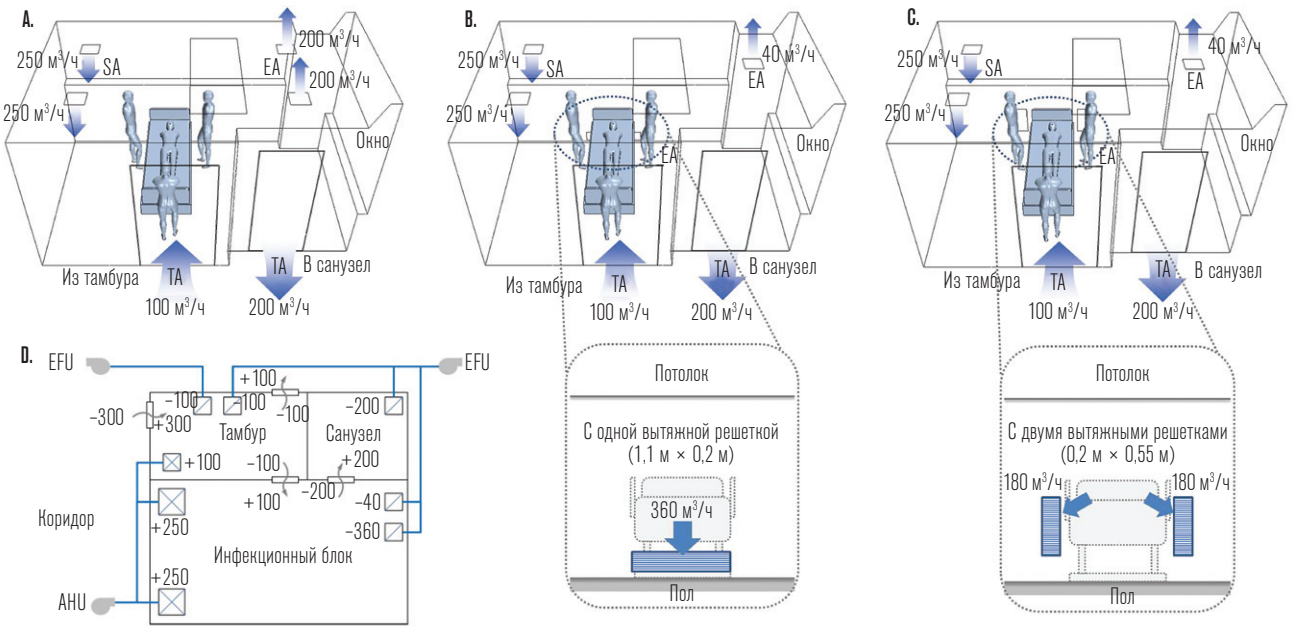
	Средняя концентрация гексафторида серы SF6, ppm		
	Система вентиляции, вариант 1	**Система вентиляции, вариант 2**	**Система вентиляции, вариант 3**
Медработник 1*	72,7	34,4	24,4
Медработник 2*	40,0	27,6	21,2
Медработник 3*	33,1	25,1	21,3
Среднее значение	45,5	40,1	34,5
Среднее значение по помещению	48,4	37,4	34,8

* На уровне 1,4 м от пола.

На расстоянии 1,4 м от пациента средний уровень концентрации загрязнения в варианте 2 ниже на 11,9 %, чем в варианте 1. Наиболее эффективным решением по удалению загрязнения из ИБ является вариант 3, который по сравнению с вариантами 1 и 2 эффективнее соответственно на 24,2 и 14,0 %. Средняя концентрация во всей комнате при варианте 2 ниже по сравнению с вариантом 1 на 22,7 %. Уровень концентрации в варианте 3 составляет 34,8 ppm, что ниже по сравнению с вариантами 1 (48,4 ppm) и 2 (37,4 ppm).

Система вентиляции, организованная по варианту 3, является лучшей для удаления загрязнений в воздухе из рассматриваемых и при любом раскладе улучшает эффективность очистки воздуха, поскольку чистый воздух движется от медработника к пациенту. Использование схемы с одним проходом помогает снизить риск передачи инфекции от пациента медработнику.

Полученные результаты подтвердили, что местоположение вытяжных решеток непосредственно за головой пациента может обеспечить потенциально готовую траекторию для удаления загрязненного воздуха из



SA – приточный воздух, EA – вытяжной воздух, TA – внутренний переток воздуха, AHU – центральный кондиционер/приточная установка, EFU – вытяжная вентиляционная установка

Рис. 3. Моделирование вычислительной газодинамики в различных вентиляционных системах: a) вариант 1; b) вариант 2; c) вариант 3, и схема воздухоподготовки в инфекционном блоке с окружающими объектами

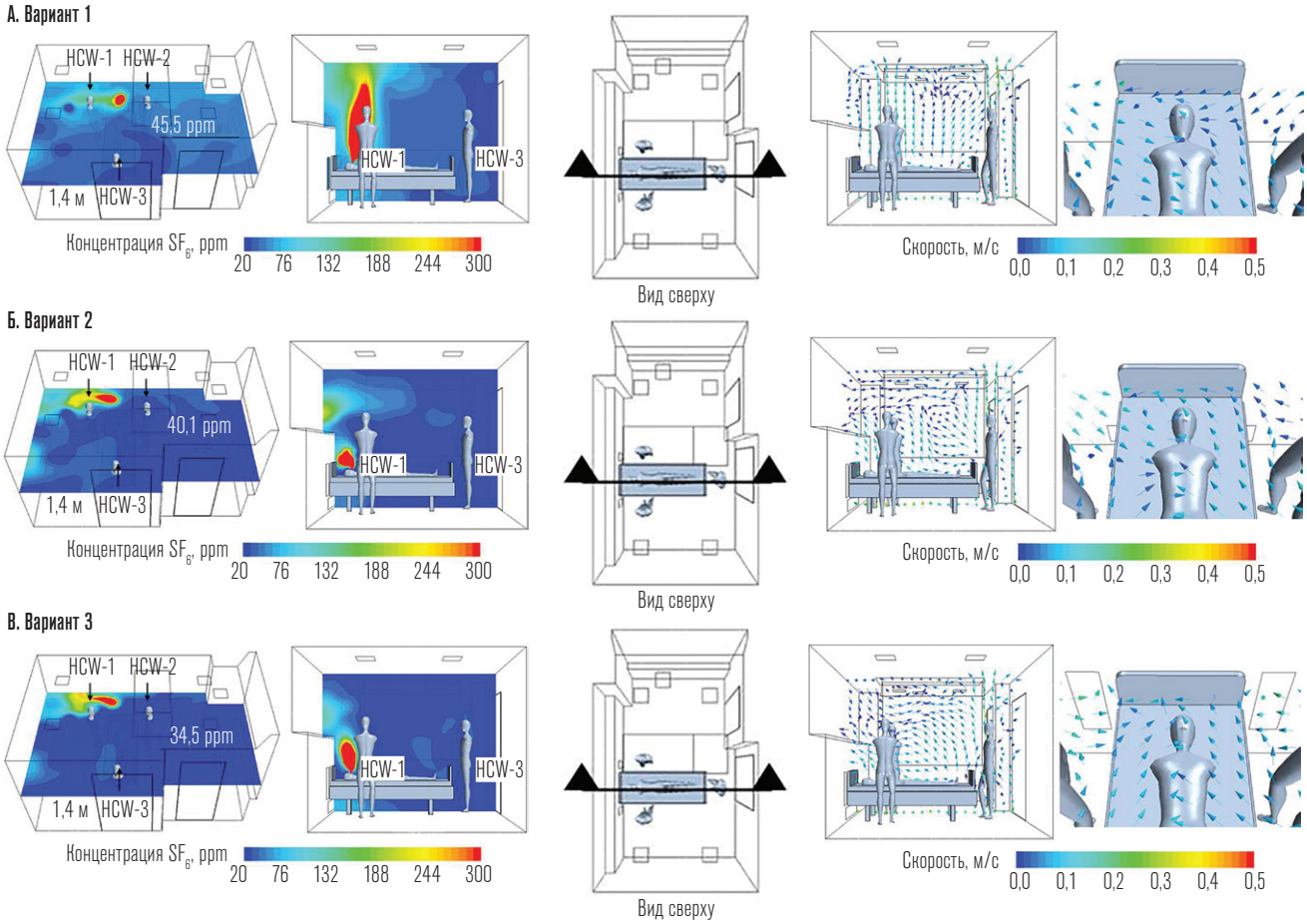


Рис. 4. Результаты моделирования изменения концентрации гексафторида серы с указанием местоположения медработников (HCW) и график вектора скорости при разных схемах вентиляции: a) вариант 1; b) вариант 2; c) вариант 3

инфекционного блока без эффекта значительной рециркуляции и перетоков в поток приточного воздуха. Комбинация по местоположению и типам приточных диффузоров, а также уровню приточного и вытяжного воздуха в комнате может влиять на характер воздушного потока в ИБ, который в данном дизайн-проекте является довольно специфичным. Воздушный поток у кровати пациента скоростью ниже, чем 0,25 м/с, находится в рамках рекомендуемого порогового значения скорости движения воздуха.

Комплексные измерения в эксплуатационных условиях

С учетом полученных результатов при исследовании и сравнении различных систем вентиляции, в медицинском центре S, расположенном в Сеуле (Южная Корея), было принято решение внедрить систему вентиляции по варианту 3 для создания отрицательного давления в инфекционном блоке (ИБ). Для проведения комплексных измерений в эксплуатационных условиях в рамках проекта в этой больнице в 2016 году установлено соответствующее оборудование.

Исследование было проведено в инфекционном блоке, расположенном

Таблица 5 Процентная разница концентрации загрязнения по трем вентиляционным решениям

	Процентная разница концентрации SF_6, %					
	Схема вентиляции, вариант 1 (C_{V1})		Схема вентиляции, вариант 2 (C_{V2})		Схема вентиляции, вариант 3 (C_{V3})	
	База	$(C_{V1} – C_{V2}) / C_{V2}$	$(C_{V2} – C_{V1}) / C_{V1}$	База	$(C_{V3} – C_{V1}) / C_{V1}$	$(C_{V3} – C_{V2}) / C_{V2}$
Медработник 1	0,0	34,4	–52,7	0,0	–66,4	–29,1
Медработник 2	0,0	44,9	–31,0	0,0	–47,0	–23,2
Медработник 3	0,0	31,9	–24,2	0,0	–35,6	–15,1
Среднее значение на уровне 1,4 м	0,0	13,5	–11,9	0,0	–24,2	–14,0
Среднее значение по помещению	0,0	29,4	–22,7	0,0	–28,1	–7,0

на втором этаже в новой трехэтажной изолированной от основного здания медицинского центра пристройке (изоляторе) до ее официального открытия. Новый изолятор имеет шесть ИБ с отрицательным давлением и два блока интенсивной терапии (БИТ). На втором этаже расположено четыре ИБ с коридором. Изолятор имеет на каждом этаже отдельную систему вентиляции с постоянным расходом воздуха (CAV), которая обеспечивает 100-процентную подачу свежего воздуха. Необходимая фильтрация была достигнута благодаря использованию восьми фильтров с информативным показателем минимальной эффективности (ИПМЭ). В прихожей (тамбуре) сохранялось давление –2,6 Па по отношению к коридору (рис. 5a), когда дверь между коридором и тамбуром была закрыта.

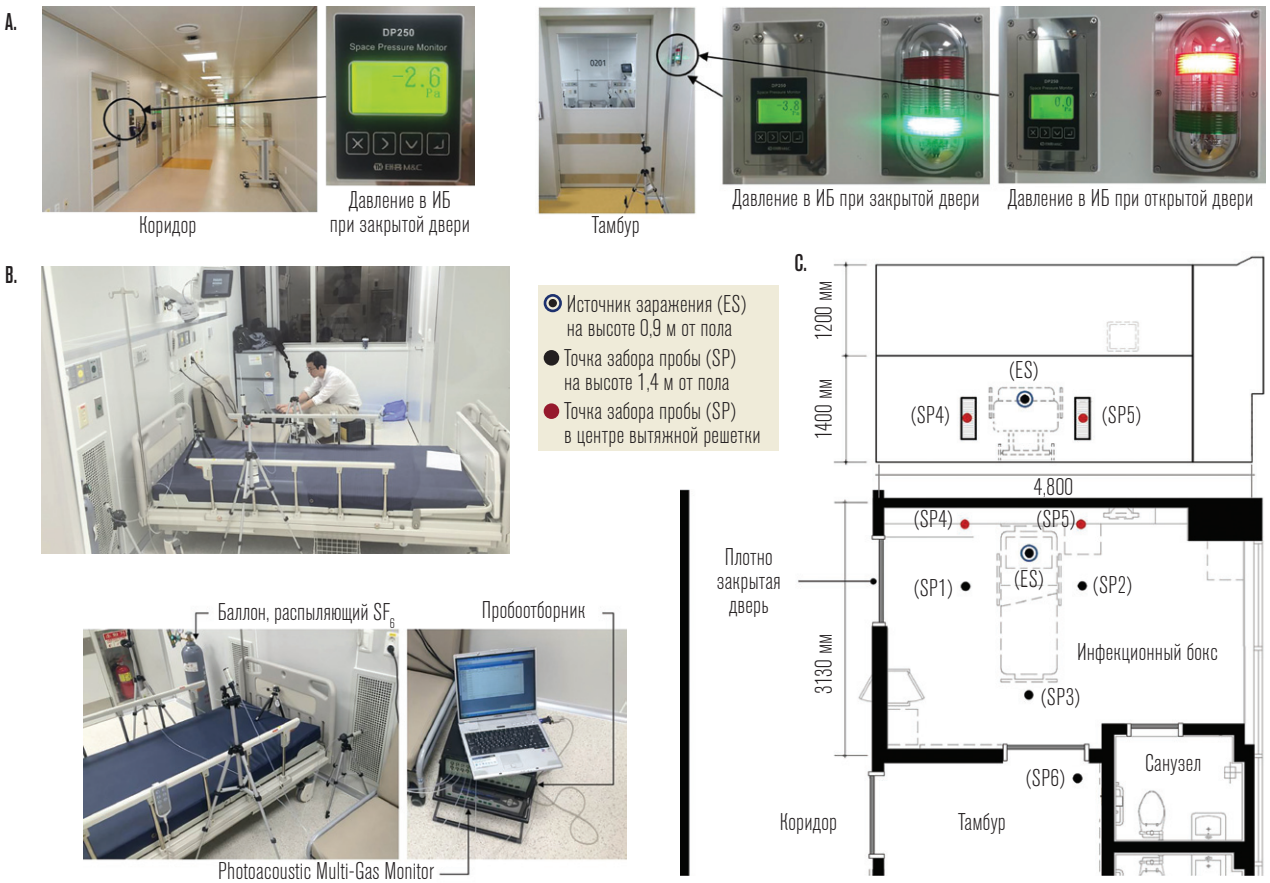
Таким же образом корректно функционирующий ИБ поддерживал давление –3,8 Па относительно тамбура при условии закрытой между ними двери. Каждые два ИБ имеют собственные санузлы, но общий тамбур. Воздух в ИБ удалялся через вытяжки санузлов. В ИБ также были установлены два приточных диффузора и одна вытяжная решетка на потолке и две вытяжные решетки на стене, расположенные за головой пациента на высоте 0,2 м от пола.

В исследовании использовались уникальные свойства гексафторида серы (SF_6), делающие данный инертный газ наглядным индикатором при изучении воздушного потока, создаваемого вентиляционными системами. Это очень важно при определении области рассеивания выдыхаемого пациентом воздуха, являющегося источником загрязнения или патогена.

Общая кратность воздухообмена в инфекционном блоке составила 12 $ч^{-1}$. Места отбора проб и впрыскивания газа в ИБ показаны на рис. 5. Индикаторный газ при постоянном уровне подачи был распылен около кровати пациента на высоте 0,9 м от пола. Уровень концентрации индикаторного газа постоянно фиксировался в шести различных точках. Три точки (SP-1, SP-2, SP-3) находились около кровати пациента на высоте 1,4 м от пола и были предназначены для оценки уровня опасности заражения медработника при обслуживании пациента. Пробы воздуха забирались в двух точках (SP-4 и SP-5), расположенных рядом с двумя вытяжными решетками, и фиксировали уровень загрязнения при удалении воздуха из комнаты. Шестая точка отбора находилась в тамбуре (SP-6).

Результаты измерений

Для оценки эффективности удаления загрязнений и визуализации направления воздушного потока в ИБ использовалось дымовое тестирование, осуществленное посредством портативного генератора тумана. Результаты показали (рис. 6a), что воздух в



SA – приточный воздух, EA – вытяжной воздух, TA – внутренний переток воздуха, AHU – центральный кондиционер/приточная установка, EFU – вытяжная вентиляционная установка

Рис. 5. a) разница давлений между комнатами; b) комната испытаний и предметы измерения; c) местоположение пробоотборников в ИБ

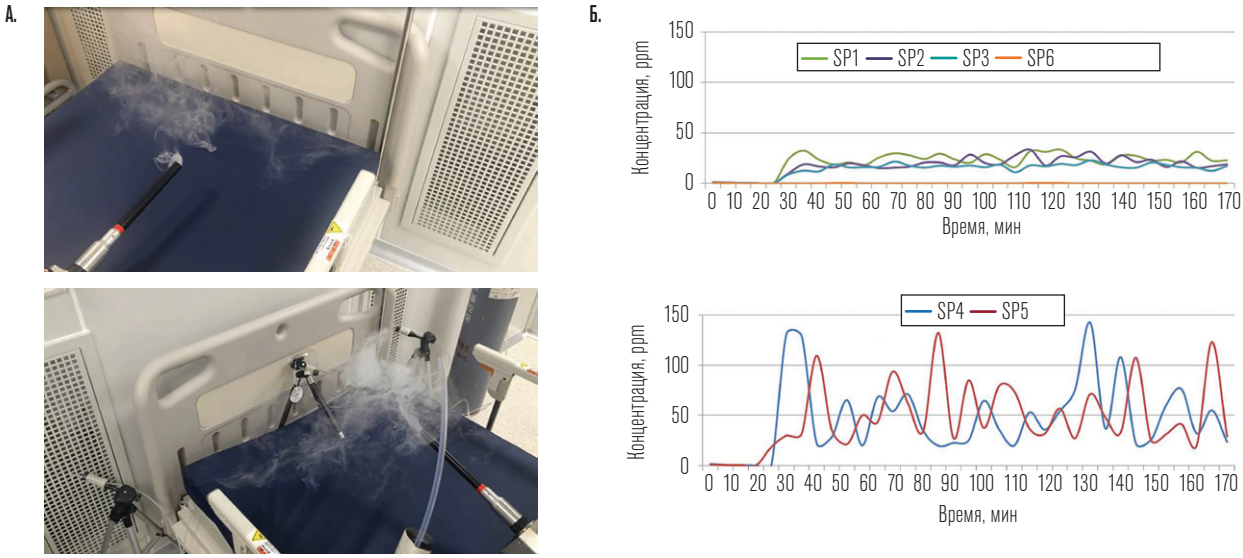


Рис. 6. Проведение исследований: а) визуализация движения потока воздуха в ИБ посредством портативного генератора тумана и б) концентрация гексафторида серы в точках забора проб (SP)

помещении, не смешиваясь и не уходя внутрь ИБ, быстро выводится через две вытяжные решетки, установленные на стене в изголовье кровати с пациентом. Концентрация гексафторида серы, зафиксированная в шести контрольных точках, указана на рис. 6b.

Сразу после подачи индикаторного газа его концентрация в точках SP-1 и SP-5 быстро увеличилась. Через 20 мин концентрация SF_6 достигла равновесия в каждой точке забора проб и имела сходные показатели. Точка SP-6 показала только следы наличия SF_6. Это означает, что, когда дверь была закрыта, воздушного потока из ИБ в тамбур не возникало и в ИБ поддерживалось отрицательное давление. В точках SP-4 и SP-5 рядом с вытяжными решетками концентрация SF6 была выше (соответственно 46,2 и 47,1 ppm), чем в других трех точках забора проб, и имела более широкий диапазон значений, которые с увеличением скорости потока возрастали по сравнению с концентрацией в других местах. Концентрация загрязнения в точках SP-4 и SP-5 оказалась более чем в 2,2–3,3 раза выше, чем в точках SP-1 (21,5 ppm), SP-2 (17,8 ppm) и SP-3 (14,4 ppm). Предполагаем, что настолько малые средние данные получены из-за движения воздушного потока, возникшего благодаря большому размеру вытяжных решеток. Максимальные показатели концентрации загрязнения в точках SP-4 и SP-5 составили соответственно 142 и 132 ppm, что в 4,2–5,8 раза выше, чем в точках SP-1, SP-2 и SP-3, поэтому было сделано заключение, что загрязнение было удалено с высоким уровнем эффективности.

Результаты моделирования

Для верификации данных моделирования с применением методов CFD-моделирования результаты, полученные для вентиляции инфекционного блока по варианту 3 (рис. 3c), сравнили с реальными данными измерений в точках забора проб в медицинском центре. В смоделированной схеме распространения загрязнения при условиях установившегося процесса, кроме определения условий границ потока, должны быть определены границы распространения и учитываться условия источника выброса в соседних помещениях. Помимо общей тепловой нагрузки и температуры приточного воздуха граничные условия для вентиляционной схемы варианта 3 и в медцентре сопоставимы. Сравнение проводили для условий частичной нагрузки, которые преобладают на практике, в отличие от пиковой нагрузки. Поскольку натурные измерения проводились ночью, то разницы между температурой внутреннего и наружного воздуха практически не было, и предполагалось, что окна и наружные стены комнаты не выделяют теплоты. Полная тепловая нагрузка составила примерно 11,95 Вт/м^2 (учитывалось только искусственное освещение). Воздух снаружи подавался при температуре 24,6 °C.

Схема распределения концентрации загрязнения в горизонтальной плоскости на высоте 1,4 м от пола, позволяющая оценить уровень опасности заражения медработника при обслуживании пациента, представлена на рис. 7a. Рассеивание загрязнения несимметрично, поскольку на него влияет воздушный поток. На уровне дыхания пациента (0,9 м от пола) уровень концентрации загрязнения наивысший (рис. 7b). При удалении медработников

Таблица 6 Верификация прогнозных и фактических результатов измерений

Точки забора проб	Средняя концентрация SF_6, ppm		Разница значений, % $(C_S - C_M) / C_M$
	Данные цифрового моделирования CFD (C_S)	Фактическое измерение (C_M)	
SP-1	23,0	21,5	7,0
SP-2	17,0	17,8	–4,7
SP-3	13,0	14,4	–9,7

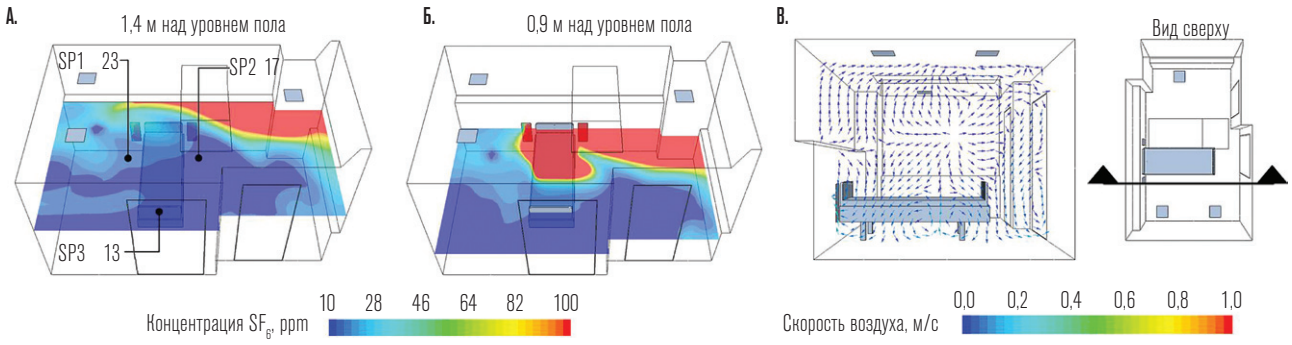


Рис. 7. Результаты моделирования с применением методов вычислительной газодинамики: a), b) концентрация гексафторида серы и график вектора скорости воздуха

от пациента концентрация гексафторида серы снижается. Рис. 7с иллюстрирует прогноз по распределению воздушного потока в вертикальной плоскости ИБ. Воздух движется по направлению к пациенту и выводится из помещения посредством двух настенных и одной потолочной вытяжных решеток. На пациента, лежащего в кровати, воздействует воздушный поток скоростью около 0,10 м/с, которая не превышает рекомендуемое значение 0,25 м/с.

Измеренная концентрация в точках SP-1, SP-2 и SP-3 хорошо коррелирует с прогнозируемой концентрацией (табл. 6), это уровень дыхания медработника. Разница между результатами моделирования и измеренными показаниями варьируется от –9,7 до 7,0 %, поэтому можно сделать вывод, что используемая цифровая модель довольно точно дает оценку уровня загрязнения в инфекционном блоке. Если результаты моделирования попадают в интервал значений, полученных при фактических измерениях, то метод моделирования, как правило, считается корректным, поэтому мы использовали этот же метод моделирования для проведения дополнительного анализа. Во время валидационной работы должно быть отмечено, что мультикомпонентный тип газа и интенсивность источника выбросов 1,09 л/мин. Перед проверкой результатов прогнозирования на соответствие результатам реальных измерений модель уже была изменена и представляла разные виды вентиляции.

Выводы

В исследовании проведена оценка исполнения систем вентиляции и кондиционирования воздуха в инфекционных блоках больниц в отношении распространения загрязнения воздушной среды от пациентов. Исследование проводилось в целях улучшения проектирования систем вентиляции, с использованием цифрового моделирования и экспериментальной работы.

Результаты показали, что траектории потока воздуха могут быть скоординированы посредством соответствующего расположения вытяжных решеток, что обеспечит эффективный контроль загрязнения. Оказалось, что правильное определение мест подачи приточного и удаления вытяжного воздуха очень важно и непосредственно влияет на рассеивание загрязнения в помещении. Таким образом, тщательный анализ конфигурации системы кондиционирования воздуха может помочь в достижении оптимизации траектории потоков воздуха для получения желаемой комбинации температурного комфорта и улучшить гигиенические условия в ИБ. В результате исследования:

- для снижения уровня загрязнения предложено устанавливать вытяжные решетки и приточные диффузоры так, чтобы приточный воздух поступал из чистой в загрязненную зону (от медработника к пациенту), затем удаляясь из ИБ;
- отмечена колоссальная разница в уровне загрязнения для медработника при обслуживании пациента. На высоте 1,4 м среднее значение концентрации загрязнения в варианте 2 (подача приточного воздуха с потолка и удаление вытяжного воздуха у стены под кроватью пациента на уровне 0,2 м над полом) было на 11,9 % ниже, чем в варианте 1 (расположение приточных и вытяжных диффузоров на потолке). Наиболее эффективным при устранении загрязнения в комнате стал вариант 3 (подача приточного воздуха с потолка и два вытяжных диффузора, расположенных за головой пациента), по сравнению с вариантами 1 и 2 соответственно на 24,2 и 14,0 %.

Литература[1]

1. Lim, T., J. Cho, B. S. Kim. 2011. "Predictions and measurements of the stack effect on indoor airborne virus transmission in a high-rise hospital building." Build Environ. 46: 2413–2424.

2. WHO. 2007. International travel and health. Geneva, Switzerland, World Health Organization.

3. Ha, K. "A lesson learned from the MERS outbreak in South Korea in 2015." J Hosp Infect. 2016; 92: 232–234. ■

Статья публикуется с разрешения редакции ASHRAE Journal.
Оригинал статьи «Removal of Airborne Contamination in Airborne Infectious Isolation Rooms» опубликован в ASHRAE Journal, февраль 2019 г.
ASHRAE не несет ответственность за точность перевода.
Для того чтобы приобрести издание на английском языке, обратитесь в ASHRAE: 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329–2305 USA, www.ashrae.org.

[1] Полный список литературы приведен в интернет-версии статьи https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=7510.

АКТУАЛИЗИРОВАННАЯ РЕДАКЦИЯ СТАНДАРТА

СТО НП «АВОК» 7.7–2020 «МУЗЕИ. ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА»

Комитетом НП «АВОК» по музейным и историческим зданиям подготовлена актуализированная редакция стандарта СТО НП «АВОК» 7-7-2020 «Музеи. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», дополненная приложением, содержащим рекомендации Государственного Эрмитажа по выбору и обоснованию оптимальных параметров микроклимата для обеспечения сохранности коллекций в зданиях музеев, выставочных галерей, библиотек и архивов, а также рекомендациями по применению в проектировании инженерных систем музейных зданий современных BIM-технологий и рекомендациями по ограничению распространения вирусных инфекций в зданиях музеев.

Практические рекомендации по применению оборудования в первую очередь актуальны для специалистов в области климата музеев, для хранителей музейных коллекций, а также для инженеров-проектировщиков, занимающихся вопросами создания и поддержания музейного климата.

В приложении «Практические рекомендации. Инновационные технологии и оборудование для создания музейного климата» представлены компании: ООО «Фривент Климатехника», ООО «РУСАЛ-КОМ», ООО «Сименс», ООО «Тэсто Рус», «Кондейр», «Халтон», ООО «Канудос», ООО «НПТ Климатика».

НП «АВОК» рекомендует службам эксплуатации музеев при модернизации своих объектов обращаться именно к компаниям, представленным в приложении, а значит, гарантирующим поставку качественного и инновационного оборудования и технологий, что подтверждается их многолетней и высокопрофессиональной работой.

Приобрести или заказать рекомендации можно на сайте abokbook.ru
или по электронной почте s.mironova@abok.ru

Реклама

УРОКИ КОРОНАВИРУСА:

КАКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОСТРЕБОВАНЫ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ И КАК ПАНДЕМИЯ ПОВЛИЯЕТ НА ИХ РАЗВИТИЕ

В художественной литературе достаточно давно эксплуатируются фантастические сюжеты, связанные с какой-либо мировой катастрофой. Одно из первых таких произведений – опубликованный в 1912 году роман Джека Лондона «Алая чума» (The Scarlet Plague), в котором эпидемия неведомой болезни привела к гибели почти всего человечества. С тех пор подобные сюжеты пользуются устойчивым интересом читательской аудитории.

И вот сегодня фантастический сюжет неожиданно для всех стал суровой реальностью. Человечество столкнулось с кризисом, социальные, политические, экономические последствия которого пока трудно даже представить. Но с точки зрения техники и информационных технологий уже сейчас можно осмыслить уроки пандемии, вызванной коронавирусом COVID-19.

Пандемия выявила две важные тенденции. С одной стороны, информационные технологии достигли такого уровня развития, который позволяет реализовать возможности, немыслимые еще пару десятилетий назад: дистанционное обучение, удаленная работа, онлайн-заказы и доставка продуктов и товаров, различные обучающие и развлекательные сервисы. С другой стороны, хорошо известные технологии, препятствующие распространению инфекций, оказались не востребованы в массовом строительстве: наши дома и офисы с точки зрения инженерной инфраструктуры неспособны обеспечить эффективную защиту от пандемии.

Обсудим уроки коронавируса: какие технологии востребованы в чрезвычайных ситуациях и как пандемия повлияет на их развитие.

Какие технологии инженерной инфраструктуры оказались наиболее востребованы в период пандемии?

Дмитрий Смелов,
директор по развитию – автоматика для вентиляции и кондиционирования ООО «КАРЕЛ РУС»

Системы автоматизации с возможностью удаленного контроля и управления позволили успешно и безопасно осуществлять пусконаладку и обслуживание инженерного оборудования объектов критически важной инфраструктуры, таких как инфекционные больницы.

Системы увлажнения воздуха поддерживают необходимый уровень относительной влажности в помещениях, который обеспечивает отсутствие пыли в воздухе, что, в свою очередь, минимизирует вероятность проникновения вредоносных частиц в дыхательные пути человека. С учетом практически круглогодично низкой температуры наружного воздуха на основной части территории России и, соответственно, низкой его влажности системы увлажнения воздуха становятся реально необходимыми для предотвращения развития пандемии.

Михаил Козлов,
глава обособленного подразделения АО «Джонсон Контролс» в Санкт-Петербурге

Как ни странно, востребованы стали не технологии, а возможность изготовить оборудование здесь и сейчас. В данный момент важнее молниеносно возвести больничный комплекс или переоснастить существующее помещение, поэтому никто уже не говорит об энергоэффективности. Все понимают, что счет идет на дни или часы и оборудование требуется незамедлительно.

В этой ситуации на первый план вышли российские производители, которые либо имели большие запасы компонентов и выпускали стандартные пакетные установки, либо имели оборудование в наличии. Приведу пример: «Джонсон Контролс» в 2014 году приобрела международную компанию производящую электростатические фильтры, новый завод по их выпуску был открыт чуть позже в Китае. При возникновении эпидемии все складские запасы были одномоментно направлены в г. Ухань, где несколько медицинских центров были оснащены системами фильтрации, и они показали свою эффективность. Конечно, не только наша компания, но абсолютно все, кто мог, помогали и помогают сейчас клиникам в разных странах, которые нуждаются в специализированном оборудовании. Отмечу лишь, что дорога ложка к обеду: в условиях пандемии решение нужно принимать здесь и сейчас, поскольку упущенное время – это чьи-то жизни.

Как может измениться инженерное оборудование по результатам осмысления ситуации с пандемией?

Мартин Бисмарк,
маркет-менеджер по России компании Sauter Building Control International Ltd

В прошедшие недели мы вели особенно активную работу в области автоматизации чистых помещений в лабораториях, на фармацевтических заводах, в больницах (операционные) и т. п. Хотя требования к автоматизации для поддержания подпора воздуха в таких критичных установках давно известны, в гонке за экономией финансовых средств в течение последних лет устанавливались системы, которые не выполняют возложенные на них функции – не обеспечивают подпор, и опасные частицы вылетают из опасной зоны

или залетают туда беспрепятственно. Совсем недавно было показано, что ручное управление не позволяет поддерживать установленный приток воздуха и регулятор вытяжки с дешевым приводом никогда не может выйти на режим требуемого перепада давлений между лабораторией и коридором – от 15 до 30 Па. Пандемия актуализировала этот вопрос, поскольку показала, насколько опасно допущение подобной небрежности, позволяющей вирусам распространяться по помещениям. Поэтому уверен (или надеюсь), что после пандемии заказчики будут обращаться к таким консалтинговым фирмам и проектным институтам, специализированным фирмам, которые имеют опыт в этой области. Помимо этого в данном направлении следует пересмотреть действующую нормативную базу и скорректировать ее, учитывая опыт и требования европейских стандартов.

Михаил Козлов

Надеюсь, инженерное оборудование станет более качественным, с большей степенью автоматизации. Поясню на простом примере. Клиника закрыта на карантин, и что-то вдруг случилось с установкой. Что делать? Когда оборудование оснащено системой автоматизации с удаленным доступом, инженеры могут из любой точки подключиться, проанализировать ситуацию и если не устранить проблему удаленно (что происходит в большинстве случаев), то на 95 % понимать, что же произошло. Это позволит укомплектовать инженера, экстренно направленного на объект, всем необходимым для устранения инцидента. Иногда возможно решить проблему силами персонала на объекте. Всегда важна именно скорость реакции!

Дмитрий Смелов

Думаю, что обязательным и центральным элементом инженерной инфраструктуры любого здания должны стать системы автоматизации с возможностью удаленного управления. Системы увлажнения воздуха должны включаться в каждый проект климатического оснащения здания любого назначения для обеспечения его эпидемиологической безопасности.

Ультрафиолетовое обеззараживание, высокоэффективные фильтры, увлажнение воздуха – эти и другие меры противодействия распространению инфекций давно и хорошо известны. Можно ли ожидать интереса к ним в массовом строительстве или они так и останутся в узкой нише климатического оборудования медучреждений?

Михаил Козлов

Данная ниша создана, проекты с использованием подобного оборудования тоже есть. Не массово, но все более и более популярно становится УФ-обеззараживание. Но задумывались ли вы, что такое УФ-лампа? В передачах «Ревизорро» ведущая, используя УФ-фонарик, ищет следы грязи в отелях, кухнях ресторанов и т. д. Так вот, есть разница между светом УФ-фонаря и борьбой с вирусами и бактериями. Не всегда, когда заказчик хочет УФ-лампу, он реально готов разобраться в технологии и сделать выбор между подсвечиванием и обеззараживанием. Надеюсь, пандемия заставит многих более серьезно задуматься и разобраться в этих вопросах. Ведь там, где микроклимат, системы обеззараживания и фильтрации были сделаны на высоком уровне, скорость распространения инфекции существенно ниже.

Дмитрий Смелов

Системы увлажнения воздуха являются наиболее универсальным средством, легко интегрируемым в системы вентиляции и обеспечивающим требуемую чистоту воздуха. Особенно ценно то, что увлажнители могут быть установлены непосредственно внутри существующих помещений, без необходимости модернизации вентиляционного оборудования. Таким образом, именно системы увлажнения воздуха могут и должны применяться повсеместно, не только в медицинских учреждениях, но в и в офисных и жилых зданиях.

Надо ли пересмотреть нормативную базу? Какие требования следовало бы ввести нормативно?

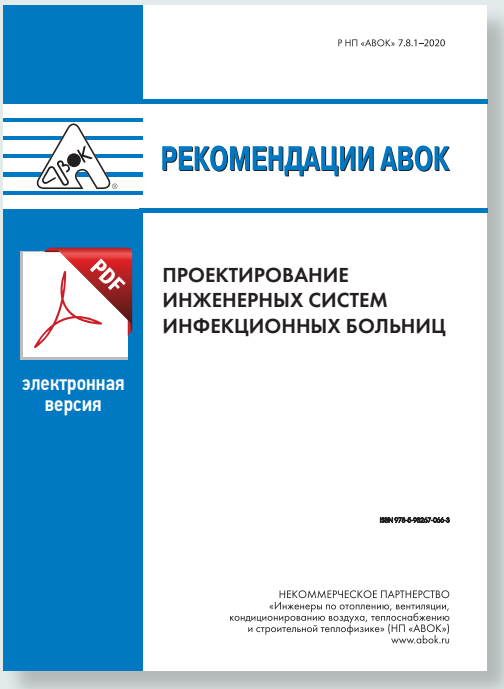
Михаил Козлов

Не могу прокомментировать вопрос пересмотра всей нормативной базы. Однако считаю, что требования к качеству и надежности оборудования, а также технических решений, особенно используемых на ответственных объектах, должны быть более четко прописаны. Причем к этому нужно отнестись не формально, а основываясь на реальных цифрах.

Реклама

РЕКОМЕНДАЦИИ НП «АВОК» 7.8.1-2020
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЬНИЦ»

и приложение «Практические рекомендации. Инновационные технологии и оборудование инженерных систем инфекционных больниц»



В рекомендациях сформулированы требования к эффективному предотвращению распространения инфекции инженерными методами при обеспечении надежной изоляции больного, приведены технологические требования к помещениям инфекционных больниц, санитарно-гигиенические и противоэпидемические требования к планировочным решениям и организации воздухообмена и вентиляции, архитектурно-планировочные требования к проектированию, требования к организации теплоснабжения, отопления, автоматизации, вентиляции и кондиционирования воздуха, требования к организации воздухообмена в основных структурных подразделениях, требования к оборудованию.

В разработке рекомендаций приняли участие компании: ООО «Климатек Инжиниринг», ООО «НПТ Климатика», ООО «Аэросервис», АО «Тион Умный микроклимат», Schneider Electric, ООО «Аэролайф», а также индивидуальные члены НП «АВОК» А. В. Самойленко, О. Д. Третьякова.

Приобрести или заказать рекомендации можно на сайте abokbook.ru или по электронной почте s.mironova@abok.ru

РЕКОМЕНДАЦИИ НП «АВОК»

+7 (495) 621-8048, доб. 218 s.mironova@abok.ru abokbook.ru

Дмитрий Смелов

Несомненно, по результатам пандемии для предотвращения повторения подобного развития событий в будущем следует внести в нормативную базу проектирования инженерной инфраструктуры зданий любого типа требование по оснащению систем вентиляции офисных и жилых помещений системами увлажнения воздуха.

Какие специальные технологии климатизации больниц имеют наибольший шанс на внедрение в массовом жилищном строительстве? В офисах?

Михаил Козлов

Многие из нас – заложники больших городов. Пыль, плохая экология, особенности массового строительства, длительный отопительный период – все это отрицательно влияет на микроклимат и не способствует поддержанию нашего здоровья. Для собственных домов и офисов, скорее всего, подойдут системы фильтрации и очистки воздуха. Многие уже сейчас имеют в домах приточно-вытяжные установки, бризеры и мойки воздуха.

Значимость информационных технологий на фоне пандемии стала более очевидной. Какие технологии будут и далее активно развиваться и что может появиться нового в этой области?

Дмитрий Смелов

Системы удаленного управления инженерным оборудованием, безусловно, подтвердили свою ценность и востребованность и будут активно развиваться. Особенно востребованы будут облачные сервисы диспетчеризации инженерного оборудования зданий как наименее затратные и легко интегрируемые в современную IT-инфраструктуру, а также наиболее доступные для большинства пользователей за счет совместимости с любыми современными устройствами вплоть до мобильных телефонов.

Как умный дом может защитить своих обитателей от инфекции?

Мартин Бисмарк

Защищаться от инфекции обитатели любого дома должны сами, но умный дом может им немножко в этом помочь. Это касается технических возможностей. В их числе, конечно, системы, обеспечивающие дистанционный контроль, или сервис, помогающий снизить контакты. Возможность работать, не выходя из дома, также уменьшает риск заражения.

Конечно, стопроцентную защиту практически невозможно обеспечить: нельзя же вообще не выходить из дома и никого к себе не пускать. А вот каким образом минимизировать контакты, зависит от конкретной жизненной ситуации. Например, холостому специалисту по IT-технологиям это проще, поскольку он может работать дома. Семейным людям с детьми сложнее – не каждая семья имеет загородный дом с огородом. Кто-то вообще может работать в больнице, то есть у них риск заражения еще выше.

Михаил Козлов

Умный дом – никак, но умные обитатели могут создать для себя комфортные, оптимально отрегулированные именно под них условия микроклимата. К сожалению или к счастью, техника пока без нас ничего особо не может, только мы решаем, как защитить себя и своих близких. У кого-то забор высотой 4 м, а у кого-то в детской комнате чистый обеззараженный воздух с заданной влажностью.

Дмитрий Смелов

Умного дома не существует. Это маркетинговое понятие с весьма размытым содержанием. Можно говорить о здании, оснащенном инженерным оборудованием с современной системой автоматизации, обеспечивающей поддержание заданных параметров воздуха в помещениях во всем диапазоне условий эксплуатации без необходимости вмешательства оператора.

По мнению медиков, наиболее вероятный путь заражения коронавирусом – общение с носителем вируса, в то время как вероятность передачи инфекции через поверхности и открытый воздух минимальна.

Таким образом, система автоматизации уведомит пользователя о необходимости тех или иных действий – обновления расходных материалов, выполнения периодического сервисного обслуживания, вызова специалиста для устранения непредвиденных ситуаций и т. д. В итоге человек, находящийся в помещениях, контролируемых такой системой, окажется реально защищен, так как параметры воздуха будут оптимальными для безопасного пребывания, а контакты с внешним миром будут минимизированы.

Какие малозатратные инженерные решения по защите от распространения инфекций можно порекомендовать к повсеместному использованию в массовом жилищном строительстве и офисах?

Михаил Козлов

У многих производителей в мире и в России есть специальные системы фильтрации. Мы тоже предлагаем электростатические фильтры, которые обеззараживают воздух от вирусов и бактерий. Наши системы очень компактны и могут быть применены как на существующих зданиях, так и при новом строительстве. Они различаются по способу применения и месту установки: секция в воздуховоде на притоке, секция в воздуховоде на вытяжке, секция для подсоединения к фэнкойлу, установка в виде секции в центральном кондиционере, готовые комнатные рециркуляторы (потолочные или настенные).

Личный вопрос – повлиял ли на вашу работу карантин? Удалось ли успешно перестроить бизнес-процессы на дистанционный формат? Что вызвало наибольшие сложности?

Мартин Бисмарк

Конечно, карантин застал нас врасплох. Однако, к счастью, наши системы автоматизации и диспетчеризации изначально позволяют осуществлять обслуживание и наладку на расстоянии. Там, где это требовалось, наши партнеры смогли быстро перевести работу в дистанционный режим. Например, соборы в Санкт-Петербурге, Исаакиевский и Спас на Крови, а также главный офис заказчика обслуживает из дома наш питерский партнер ЮНИКС. Московское представительство ведет работу с заказчиками, а также семинары и переговоры с помощью программ Zoom или Skype.

Не думаю, что после эпидемии мы полностью перейдем на удаленную работу. Но информационные технологии в той или иной степени смогут заменять поездки, перелеты или семинары по продажам. Например, в апреле фирма Sauter Building Control International через Интернет провела свой 18-й International Sales Meeting, в котором приняли участие 100 представителей из более 40 стран. Почти все участники согласились с тем, что личное общение, дискуссии в перерывах между выступлениями и вечерние программы гораздо приятнее, но и удаленный формат взаимодействия имеет свои преимущества. Поэтому решено в будущем чередовать семинары и проводить их то с помощью возможностей Интернета, то по принципу «come together».

Михаил Козлов

Находясь в самоизоляции на даче, продолжаю вести деловые переговоры, анализировать решения и подбирать оборудование. Однако вся моя команда успешно продолжает дистанционно работать. Для нас практически ничего не поменялось, ну кроме совместного утреннего кофе и стояния в пробках. Как ни странно, работы стало больше: многие заказчики и проектировщики, видимо, решили за время карантина перетряхнуть решения, что-то доработать, в чем-то подробнее разобраться. Сложно было в первые дни, когда дистанционные совещания вызывали некий дискомфорт, но сейчас все уже втянулись. Думаю, мы успешно переживем данный кризис и продолжим пользоваться опытом дистанционной работы.

Дмитрий Смелов

Удалось минимизировать потери за счет сохранения поддержки клиентов путем онлайновых консультаций и дистанционного управления инженерным оборудованием. Тем не менее возникают сложности из-за ограничений в перемещении по Москве – приостановлен ряд проектов, требующих личных встреч, передачи физического оборудования.

Здание, в котором не страшно во время эпидемии и есть все для жизни, – какое оно?

Михаил Козлов

О, вот это очень сложный и очень личный вопрос. Для каждого «все для жизни» – оно разное. Но если говорить об инженерной инфраструктуре, то все сети, все оборудование должны быть одним четко отлаженным организмом с единым центром управления и мониторинга. И у любого здания должно быть «сердце», и хорошо, когда оно доброе и здоровое.

Дмитрий Смелов

Стандартный современный многоквартирный дом, в непосредственной близости от которого расположен гипермаркет. В нем – квартира достаточной площади для безболезненного пребывания изолированных граждан. В идеале – по одному на квартиру. ■

МЕТОДЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ КАК ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНТИЛЯЦИИ В ОПЕРАЦИОННЫХ

ЧАСТЬ 1. СКОРОСТЬ ВОЗДУХООБМЕНА

Kishor Khankari, Ph.D, член ASHRAE

Главная задача систем вентиляции операционной – минимизация вероятности появления в области операционного стола инфекционных агентов, летучих органических веществ и бактерий при одновременном обеспечении комфортной среды для хирургов и их ассистентов. Ключевой фактор для снижения вероятности инфицирования – минимизация загрязнения стерильной рабочей зоны, где непосредственно проводится хирургическое вмешательство.

Один из источников инфекции в операционных – это чешуйки кожи, мельчайшие частички отшелушившихся с открытых участков тела людей кожных покровов. Микрочастицы, бактерии, находящиеся в воздухе, обычно переносятся внутри комнаты воздушным потоком. Вентиляционная система в операционных должна эффективно удалять эти микрочастицы из стерильной зоны и минимизировать их перенос из нестерильных (загрязненных) зон.

Требования стандарта

Требования стандарта ASHRAE/ASHE 170–2017[1] обеспечивают при проектировании вентиляционных систем операционных минимальный уровень стерильной среды вокруг зоны непосредственного хирургического вмешательства. Согласно данному стандарту, расположение приточного диффузора (воздухораспределителя ламинарного потока) должно поддерживать воздушный поток над пациентом и хирургической бригадой. Кроме того, необходимо разместить основной приточный диффузор таким образом, чтобы зона охвата была не менее 305 мм с обеих сторон от поверхности операционного стола. Комната должна быть оснащена по крайней мере двумя настенными вытяжными решетками, которые нужно разместить в противоположных углах, причем нижний край этих вытяжных решеток находится на уровне около 20 см от пола.

Также в операционной необходимо поддерживать избыточное давление с кратностью воздухообмена 20 $ч^{-1}$. Приточный воздух должен двигаться в одном направлении сверху вниз со средней скоростью 0,13–0,18 м/с. Рекомендуемые характеристики минимальных скоростей основаны на данных, полученных методами вычислительной гидродинамики – CFD-моделирования (от англ. Computational Fluid Dynamics). При таких скоростях и зонах охвата диффузором удается избежать образования циркуляционных потоков воздуха от источников тепловыделений (хирургические светильники в стерильной зоне) и защитить операционную зону посредством создания теплового купола – участка относительно теплого воздуха в области хирургического вмешательства. Последнее предположение, однако, не могло быть проверено путем экспериментальной оценки работы вентиляционных систем в операционных.

Следует отметить, что роль стандарта ASHRAE – обеспечить только минимальные требования, которые могут и не быть оптимальными принципами проектирования.

Приточный воздушный поток

Воздух – основной переносчик теплоты, влаги и загрязнений (вредностей) в операционных. Характер распределения приточного воздуха и траектория его потоков обуславливают скорость движения воздуха, температуру, концентрацию и траекторию движения загрязняющих частиц в воздухе в различных зонах помещения. Такое распределение, в свою очередь, определяет тепловой комфорт, качество воздуха и потенциал распространения переносимых по воздуху частиц. В идеале в операционной приточный воздух должен пройти через стерильную зону в один проход, т. е. сразу быть удаленным через вытяжные решетки без рециркуляции и смешивания с потоком приточного воздуха.

Считается, что высокая кратность воздухообмена позволяет создать более чистую среду в операционных. Однако данные последних исследований показывают, что увеличение кратности воздухообмена не обеспечивает более чистую среду в должном объеме, но значительно увеличивает эксплуатационные расходы.

Структура воздушного потока, изменение его температуры и траектории движения присутствующих в нем загрязняющих частиц могут зависеть от нескольких взаимосвязанных факторов, включая:

- месторасположение, тип и количество приточных диффузоров;
- скорость изменения направления и температуры приточного воздуха;
- местоположение и мощность различных источников тепловыделений, находящихся в помещении, включая естественное освещение и хирургические светильники;
- размер и местоположение медицинского оборудования в помещении, которое может препятствовать движению воздушного потока;
- размер и местоположение предоперационных помещений относительно операционной комнаты;
- частоту открытия/закрытия дверей операционной.

CFD-моделирование

Натурные испытания и измерения в режиме реального времени всех параметров, которые могут повлиять на работу вентиляционной системы в операционной (включая воздушный поток и результирующую траекторию движения загрязняющих частиц), невозможны. Поэтому для изучения влияния этих факторов применяют методы CFD-моделирования, основанные на законах физики (включая законы движения и теплофизики). CFD-моделирование обеспечивает детальную трехмерную визуализацию распределения воздушных потоков и распределения температуры, что в конечном итоге позволяет сделать выводы о воздухоподготовке и о траектории движения загрязняющих частиц, находящихся в воздухе.

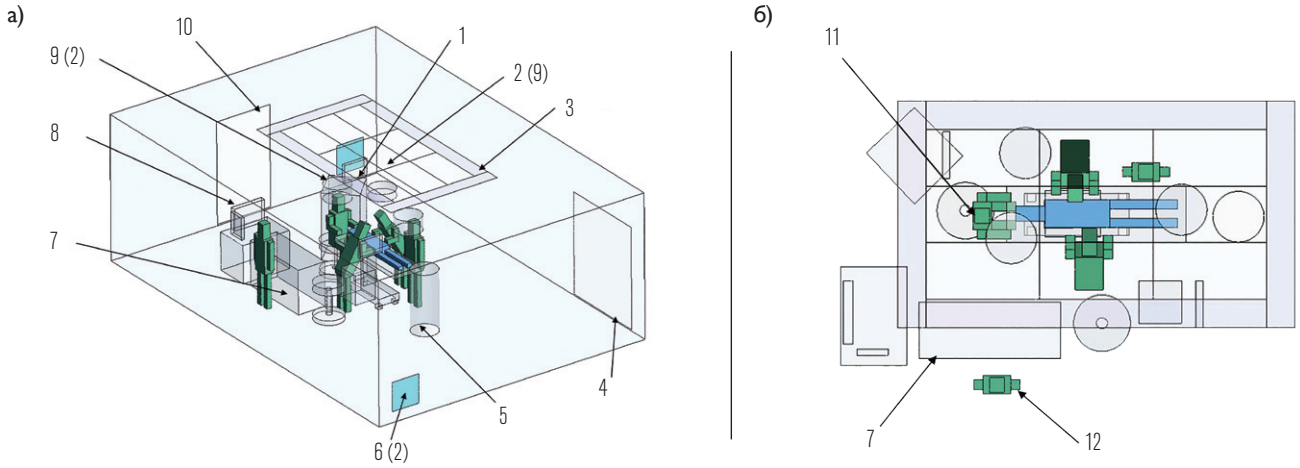
Главная задача CFD-моделирования – оценка влияния кратности воздухообмена на воздушные потоки, распределение температуры и на возможную циркуляцию частиц в воздухе в операционной. Также предпринята попытка проанализировать степень вероятности переноса в стерильную зону с приточным воздушным потоком части удаляемого воздуха, для чего предполагается оценить увеличение скорости струи приточного воздуха.

Виртуальная схема операционной

Для проведения исследования была разработана трехмерная статическая неизотермическая CFD-модель операционной с учетом требований стандарта ASHRAE 170–2017.

В виртуальном помещении (рис. 1) площадью 52 $м^2$ (8,5 × 6 м) и с высотой потолка 3 м находятся операционный стол с пациентом, два хирурга, две медсестры и анестезиолог. Операционная оборудована хирургическими светильниками, имеет верхнее освещение, а также некоторые предметы мебели и медицинского оборудования. И люди, и предметы являются источниками тепловыделений, а также препятствиями движению воздушных потоков. Практически все объекты находятся в пределах стерильной зоны, под ламинарным (однонаправленным) воздухораспределителем (диффузором), исключая ассистирующую медсестру и стол с инструментами.

[1] ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170–2017 Ventilation of Health Care Facilities.



1 – аппарат для анестезии, 2 – ламинарные диффузоры (9), 3 – верхнее освещение, 4 – воздушный поток через неплотности двери (2), 5 – утилизация отходов, 6 – рециркуляционные решетки (2), 7 – вспомогательный стол, 8 – экраны, 9 – хирургический свет (2), 10 – дверь, 11 – анестезиолог, 12 – операционная медсестра

Рис. 1. Схема CFD-модели операционной: а) изометрическая проекция; б) вид сверху

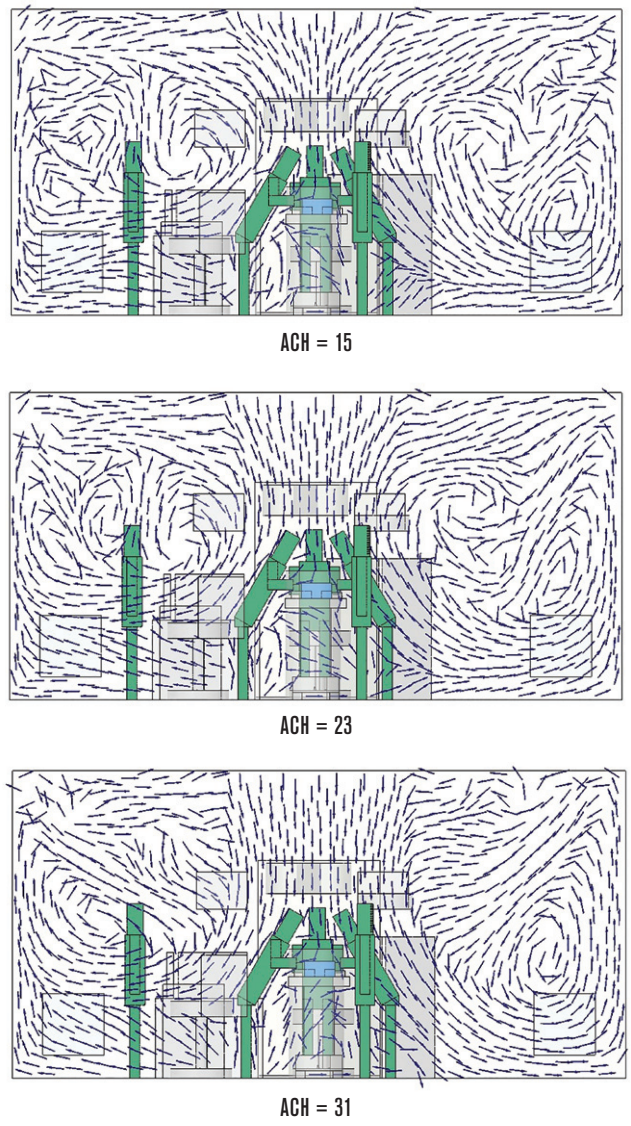


Рис. 2. Движение воздушных потоков на поперечном разрезе операционной при различных кратностях воздухообмена

Воздух подается через единую ламинарную решетку, состоящую из девяти пластинчатых потолочных диффузоров общей площадью 6,7 м^2, расположенную в центре потолка операционной комнаты, а удаляется через две вытяжные решетки, расположенные на противоположных стенах, а также через щели под двумя дверьми. Воздушные потоки анализируются путем изменения скорости движения воздуха на выходе из диффузора (ламинарного воздухораспределителя), которая сначала задается равной 0,10 м/с, затем 0,15 и 0,20 м/с, что соответствует кратности воздухообмена 15, 23 и 31 ч$^{-1}$ соответственно.

Количество вытяжного воздуха, удаляемого через вытяжные решетки, меньше, чем количество приточного: недостающая часть в объеме 590 м^3/ч удаляется через щелевые отверстия под дверьми, что позволяет создать избыточное давление по отношению к смежным помещениям.

Тепловыделения от присутствующих в комнате людей и системы верхнего освещения составили соответственно 440 и 720 Вт. Тепловыделения от оборудования (аппарат для наркоза, экраны, хирургические светильники и мониторы) составили 1 050 Вт. Таким образом, общая нагрузка по явным тепловыделениям в комнате составила 2,21 кВт.

Температура приточного воздуха на выходе из воздухораспределителя составляла 19,4 °С, что позволяет поддерживать среднюю температуру в помещении на уровне 21 °С. Скорость воздушного потока в соответствии с требованиями стандарта ASHRAE 170–2017 должна быть 0,15 м/с. Проведенное исследование не включает анализ миграции влаги и результирующей относительной влажности в помещении.

Для расчета турбулентной скорости воздуха была задействована стандартная модель турбулентности k-эпсилон (k-ε). Возможные траектории движения воздушного потока проанализированы путем отслеживания траекторий микрочастиц, слетающих с лиц присутствующих в комнате, поскольку именно лицо является наиболее открытым участком кожи хирурга. Предполагается, что размер этих микрочастиц (чешуек кожи) около 10 мкм, а большая часть микро-

частиц, слетевших с лиц людей, присутствующих в комнате, будет двигаться по траектории воздушного потока. Частицы размером меньше 20 мкм полностью останутся в общем воздушном потоке. Поскольку основной целью данного исследования является анализ направления движения частиц в воздухе, то любое оседание этих микрочастиц на поверхностях не учитывается.

Результаты CFD-моделирования воздушных потоков

Рассматриваются три значения скорости движения воздушных потоков (рис. 2), причем во всех трех вариантах воздух из нестерильной зоны стремится к границам стерильной. При этом воздушный поток, доходящий до уровня пола, движется из стерильной зоны к вытяжным решеткам, не меняя направления, а воздух в средней и в верхней частях операционной движется из нестерильной зоны в стерильную, тем самым сужая размеры стерильной зоны. Также во всех трех случаях скорость чистого приточного воздушного потока увеличивается по мере приближения к операционному столу (рис. 3). Однако расположение зоны ускорения воздушного потока меняется в зависимости от начальной скорости самого потока.

В случае низкой скорости воздушного потока (15 $ч^{-1}$ или 0,10 м/с) зона ускорения формируется практически в цен-

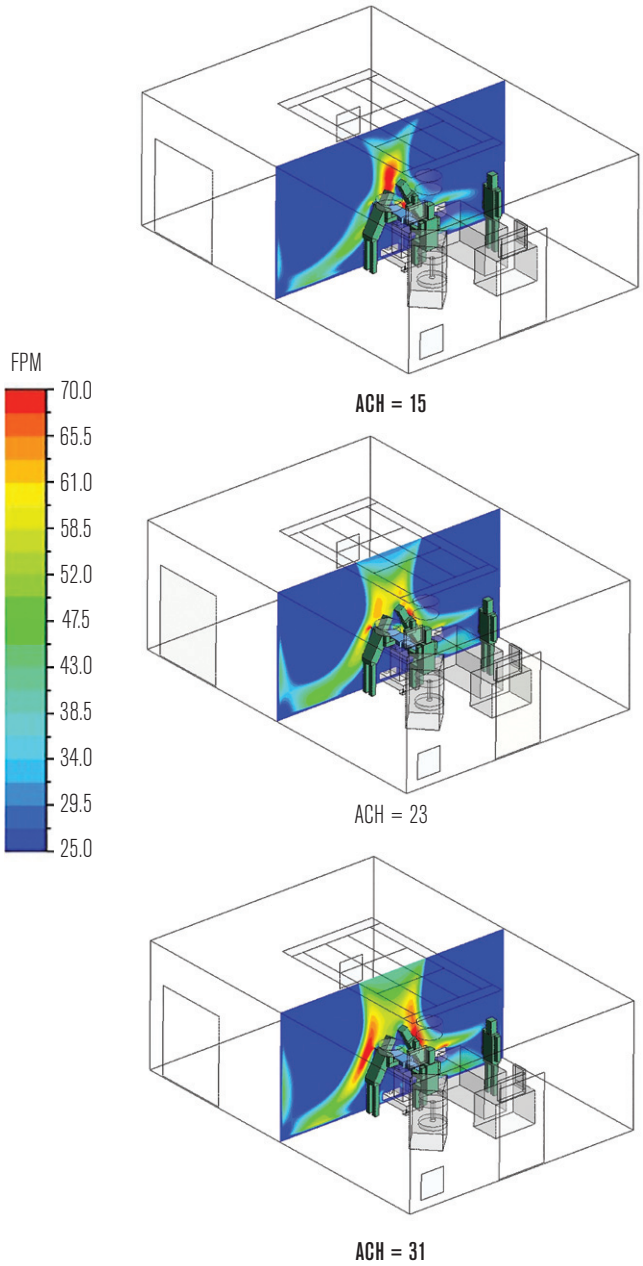


Рис. 3. Движение воздушных потоков на поперечном разрезе операционной: изменение при ускорении воздушного потока (выделено красным) на границе чистой зоны при различной кратности воздухообмена

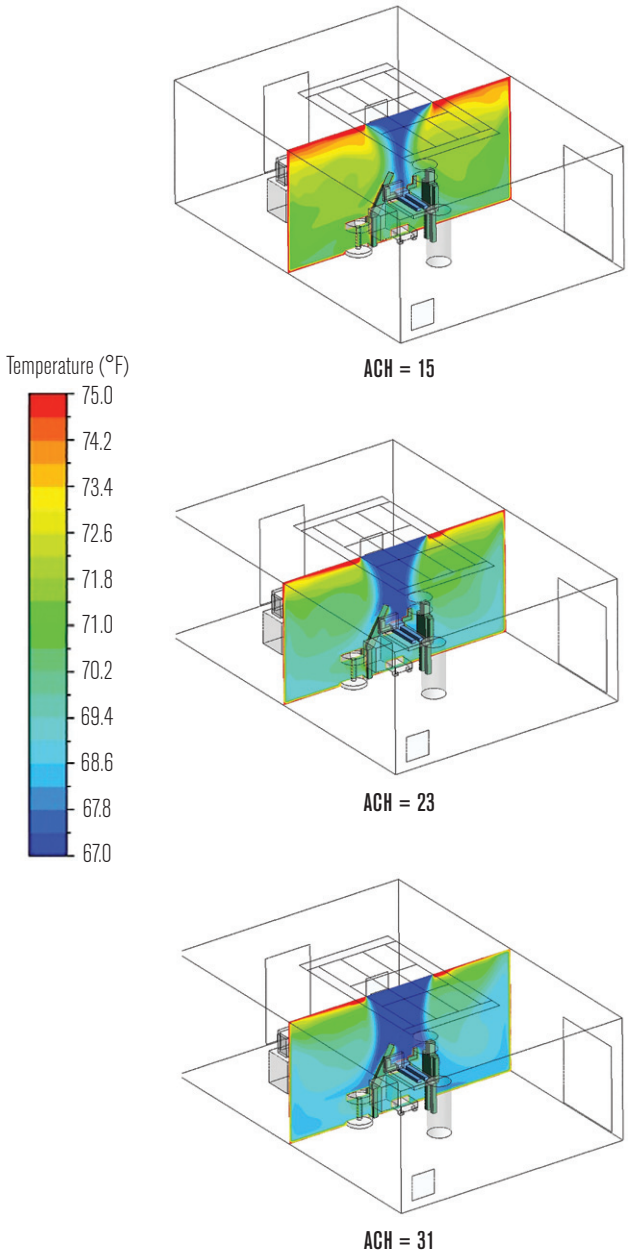
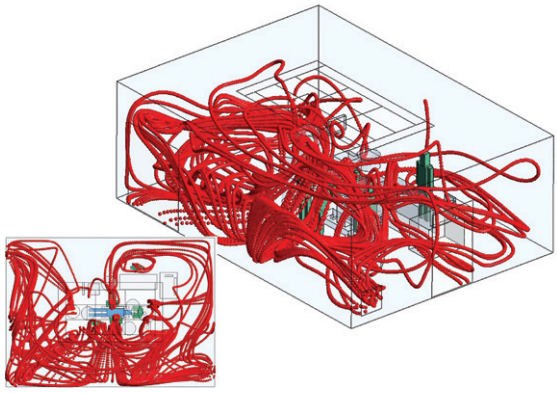


Рис. 4. Распределение температурных зон на поперечном разрезе операционной: температурное расслоение, возникающее при различных кратностях воздухообмена

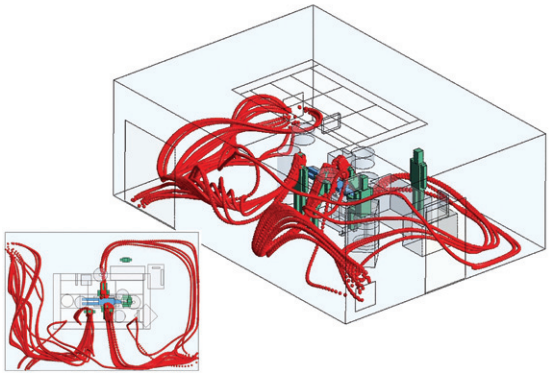
тре стерильной зоны, а при высокой (23 и 31 $ч^{-1}$ или 0,15 и 0,20 м/с) – смещается по направлению к внешней области стерильной зоны. Если кратность равна 31 $ч^{-1}$, то зона высокой скорости формируется с обеих сторон операционного стола. Данные исследования показывают, что частичное попадание вытяжного воздуха в стерильную зону происходит независимо от скорости приточного воздушного потока для всех рассматриваемых кратностей воздухообмена. Это согласуется с экспериментальными наблюдениями исследовательского проекта ASHRAE.

Распределение температуры

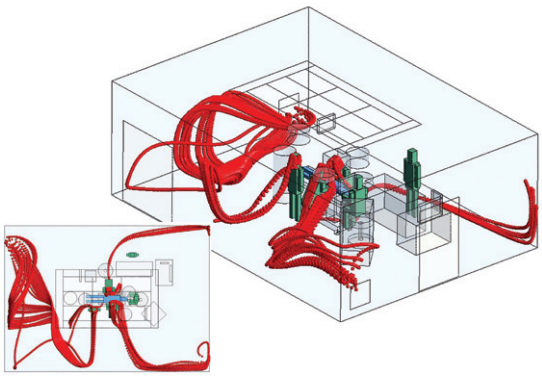
Исследования показали температурный перекос, возникающий при всех скоростях приточного воздушного потока (рис. 4). Теплый воздух скапливается в зоне потолка, вокруг воздухораспределителя ламинарного потока, в то время как более холодный воздух остается на уровне пола. Важно отметить, что разница температур между струей приточного и вытяжного воздуха в зоне потолка может быть намного больше, чем средняя теоретическая разни-



ACH = 15

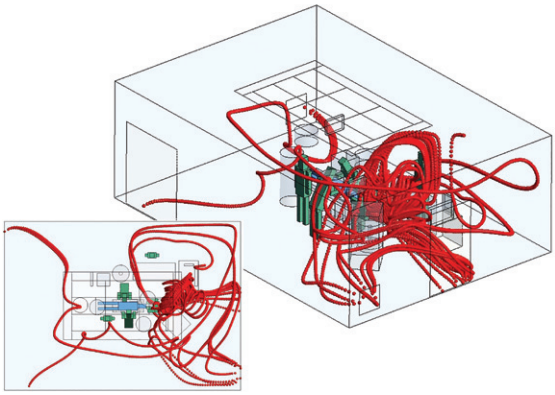


ACH = 23

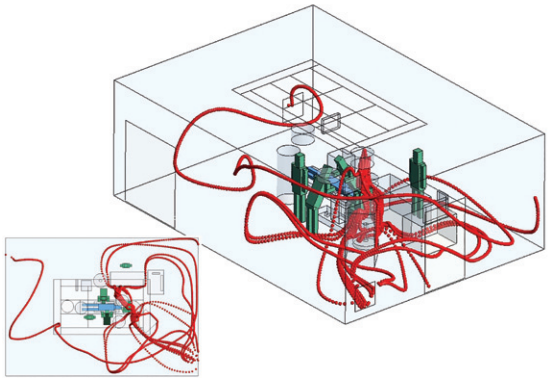


ACH = 31

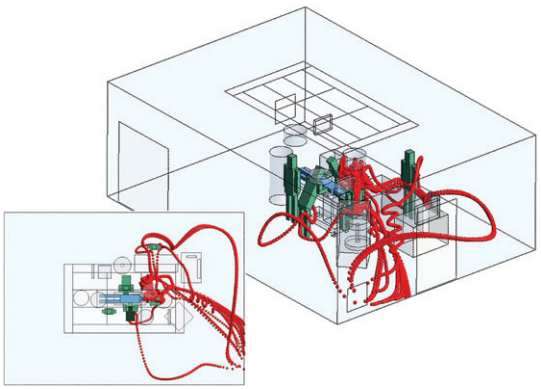
Рис. 5. Траектория движения в воздухе микрочастиц, слетевших с лиц присутствующих в стерильной зоне людей



ACH = 15



ACH = 23



ACH = 31

Рис. 6. Траектория движения в воздухе микрочастиц, слетевших с лица анестезиолога, находящегося на границе стерильной зоны

ца температур приточного и вытяжного воздуха (средняя комнатная температура). Это может негативно повлиять на структуру воздушного потока и стать причиной уноса вторичных потоков в зоне ламинарного потолка.

При 15-кратном воздухообмене приточный воздух сохраняет свою начальную температуру 19,4 °C только в центре стерильной зоны, причем происходит существенное сужение струи подаваемого приточного воздуха. Этот феномен также наблюдался во время экспериментальной оценки воздушных потоков в виртуальной операционной.

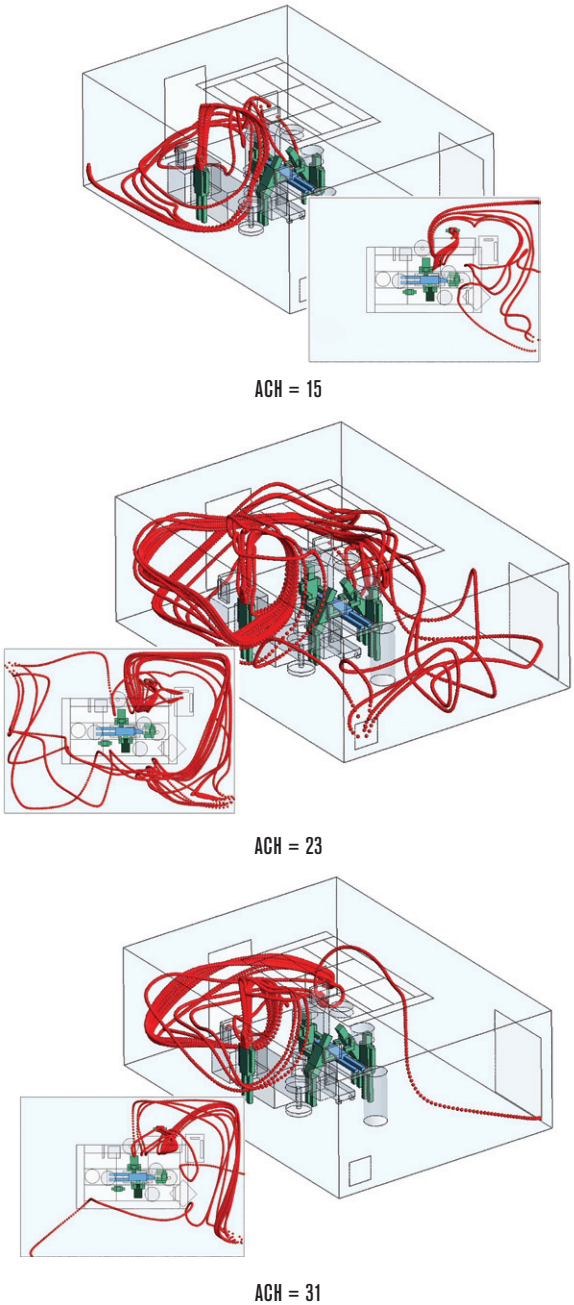


Рис. 7. Траектория движения в воздухе микрочастиц, слетевших с лица ассистирующей медсестры, находящейся за пределами стерильной зоны

Из-за поступления теплого отработанного воздуха в стерильную зону (за исключением ее центральной области) температура в других местах остается выше температуры приточного воздуха.

При увеличении скорости воздушного потока, т. е. при кратности воздухообмена 23 и 31 $ч^{-1}$, область стерильной зоны с холодным приточным воздухом увеличивается и степень сужения зоны стерильного воздушного потока уменьшается. Также при увеличении скорости воздушного потока, как и предполагалось, снижается перепад температур между стерильной и нестерильной зонами.

Траектория движения микрочастиц в воздушном потоке

Проанализированы возможные траектории движения микрочастиц в воздухе. Рассмотрены три различных источника чешуек кожи:

1) с лиц хирургов и медсестры, находящихся в стерильной зоне;

2) с лица анестезиолога, находящегося на границе стерильной зоны;

3) с лица ассистирующей медсестры, находящейся за пределами стерильной зоны.

Источник 1. Как только микрочастицы появляются в стерильной зоне, они без промедления удаляются из нее, не оставляя какого-либо значительного следа (рис. 5). Эта модель наблюдается для всех трех рассматриваемых вариантов воздухообмена. Микрочастицы могут циркулировать и смешиваться с воздухом в нестерильной зоне, прежде чем покидают операционную, однако при низкой кратности воздухообмена они могут скапливаться в нестерильной зоне.

Источник 2. Когда микрочастицы слетают с лица анестезиолога, они также удаляются из стерильной зоны (рис. 6). Эти чешуйки кожи также стремятся циркулировать в нестерильной зоне, перед тем как покинуть комнату. При кратности воздухообмена 15 и 23 $ч^{-1}$ эти микрочастицы могут быть захвачены на внешние границы стерильной зоны, а при кратности воздухообмена 31 $ч^{-1}$ они сразу покидают операционную, не циркулируя в нестерильной зоне.

Источник 3. Когда микрочастицы появляются на лице ассистирующей медсестры, находящейся вне стерильной зоны, они сразу начинают двигаться вверх по направлению к потолку, а затем захватываются назад в стерильную зону. Это происходит во всех трех вариантах. После прохождения сквозь стерильную зону чешуйки кожи движутся практически по той же траектории, что и микрочастицы, появившиеся в стерильной зоне (рис. 7). После выхода из стерильной зоны микрочастицы могут циркулировать и смешиваться с воздухом в нестерильной зоне, прежде чем покинуть операционную.

Следует отметить, что во всех трех случаях частицы удаляются из критической зоны – местонахождения пациента. Однако частицы стремятся остаться в нестерильной зоне и циркулировать там, перед тем как покинуть операционную, что увеличивает возможность переноса их в стерильную зону. При установке двух вытяжных решеток в двух противоположных углах операционной микрочастицы начинают двигаться по вихревой траектории и в конечном итоге покидают поме-

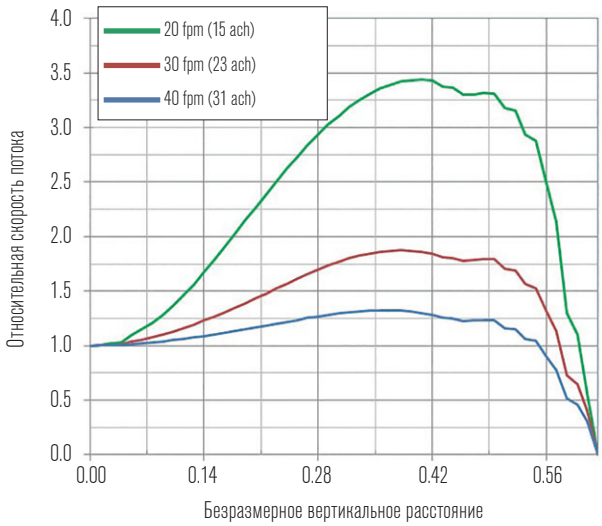


Рис. 8. Ускорение воздушного потока, выходящего из воздухораспределителя ламинарного потока, по мере приближения к операционному столу в зависимости от начальной скорости

щение. Но до удаления из операционной эти микрочастицы могут осесть на столе с инструментами, находящемся в нестерильной зоне.

Полученные результаты сопоставимы с данными предыдущих исследований. Размер, местоположение и количество вытяжных решеток играют важную роль при определении траектории потока загрязняющих частиц, особенно в нестерильной зоне. Предыдущие исследования движения воздушных потоков в палате пациента показали, что изменение местоположения приточных диффузоров и вытяжных решеток существенно влияет на траекторию потока воздушных загрязняющих частиц.

Анализ ускорения воздушного потока

Операционные в ЛПУ часто характеризуются тепловой нагрузкой, сконцентрированной в относительно небольшой области стерильной зоны. Теплота, выделяющаяся от различного оборудования и хирургических светильников, может вызвать локальное повышение температуры поступающего потока холодного приточного воздуха. Также, как было упомянуто выше, вокруг струи приточного холодного воздуха часто формируется зона высокой температуры и термального расслоения (стратификация). Перепад температур между стерильной и нестерильной зонами может вызвать ускорение потока приточного воздуха, выходящего из воздухораспределителей ламинарного потока, что, в свою очередь, может вызвать нежелательный захват загрязненного воздуха из нестерильной зоны в стерильную.

Из-за сложного характера рециркуляции воздуха из нестерильной в стерильную зону и обратно трудно определить точный объем воздуха, циркулирующего между стерильной и нестерильной зонами. Косвенно оценить данную величину можно по степени увеличения скорости приточного воздуха вдоль вертикальной оси от потолка к полу. Число Архимеда[2] *Ar* является отношением между архимедовой силой и силами инерции нисходящего потока воздуха. Кратности воздухообмена 15, 23 и 31 $ч^{-1}$ (скорость потока на выходе из ламинарного потолка 0,10; 0,15 и 0,20 м/с) соответствуют следующим значениям *Ar* – 21,0; 6,3 и 2,7. При увеличении скорости потока (массового расхода) приточного воздуха на выходе снижается разница между температурами приточного и вытяжного воздуха (ΔT), что, в свою очередь, приводит к снижению *Ar*. Таким образом, при более высоких кратностях воздухообмена более низкие значения *Ar* указывают на то, что в потоке преобладают силы инерции.

На рис. 8 показано изменение относительной скорости (отношение осевой скорости потока при определенном расстоянии вдоль вертикальной оси к скорости потока на выходе воздухораспределителя ламинарного потока). Зависимость построена на основе безразмерного вертикального расстояния – отношения высоты в определенном вертикальном положении к высоте ламинарного воздухораспределителя от потолка.

Анализ показал, что при всех рассматриваемых кратностях воздухообмена скорость воздушного потока увеличивается по мере движения воздуха вниз по направлению к операционному столу. Однако при увеличении начальной скорости приточного воздуха относительное увеличение осевой скорости снижается, т. е. при 15-кратном воздухообмене (*Ar* = 21,0) скорость потока на выходе выше начальной скорости примерно в 3,4 раза, примерно 38 % расстояния по вертикали от потолка. При 23-кратном (*Ar* = 6,3) и при 31-кратном (*Ar* = 2,7) воздухообмене это превышение составляет соответственно 1,8 и 1,3 раза. Это указывает на то, что перепад температур между стерильной и нестерильной зонами, снижаясь, может уменьшить ускорение приточного потока воздуха. Эти данные совпадают с экспериментальными измерениями профилей скоростей.

Следует отметить, что независимо от кратности воздухообмена пик значений безразмерной скорости приходится на расстояние 36–38 % по вертикали от воздухораспределителя ламинарного потока. Однако такое увеличение скорости не позволяет сделать выводы о траектории потока микрочастиц. Следовательно, снижение *Ar* может не помочь минимизировать перенос микрочастиц в воздухе из нестерильной зоны в стерильную.

Аналогичные исследования по изменению конфигурации систем ОВК для операционных могут помочь уточнить, насколько такие изменения способны уменьшить перенос воздушных микрочастиц из нестерильной зоны в стерильную. Речь об этом пойдет во второй части данного исследования. ■

Статья публикуется с разрешения редакции ASHRAE Journal. Оригинал статьи «Computational Fluid Dynamics (CFD) Analysis of Hospital Operating Room Ventilation Systems. Part I: Analysis of Air Change Rates» опубликован в ASHRAE Journal, май 2018 г. ASHRAE не несет ответственность за точность перевода. Для того чтобы приобрести издание на английском языке, обратитесь в ASHRAE: 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329–2305 USA, www.ashrae.org.

[2] Безразмерная величина, критерий подобия, характеризующий соотношение между архимедовой силой, обусловленной различием плотностей в отдельных областях рассматриваемой системы, и вязкими силами в основном потоке.

РЕКОМЕНДАЦИИ Р НП «АВОК» 7.8–2019

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ»

YouTube АВОК

и приложение «Практические рекомендации. Инновационные технологии и оборудование инженерных систем лечебно-профилактических учреждений»

Рекомендации разработаны творческим коллективом специалистов НП «АВОК» при участии компаний – членов НП «АВОК» категории «Премиум»: ООО «Климатек Инжиниринг», «Цендер Груп Дойчланд ГмбХ», ООО «Аэролайф», КТ «Овентроп ГмбХ & Ко.КГ», АО «Упонор Рус». Руководитель творческого коллектива – **А. П. Борисоглебская**, председатель комитета НП «АВОК» по лечебным учреждениям, канд. техн. наук.

В рекомендациях рассмотрены особенности проектирования инженерных систем в зданиях лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ). Медико-технологическая организация лечебных процессов совместно с компактностью планировочных решений влечет за собой близкое взаиморасположение в объеме одного здания помещений различных классов чистоты и нормируемых уровней бактериальной обсемененности воздуха, что и определяет задачи проектирования рассматриваемых в рекомендациях систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, водоснабжения.

Рекомендации дополнены приложением «Практические рекомендации. Инновационные технологии и оборудование инженерных систем лечебно-профилактических учреждений», содержащим материал от компаний, имеющих подтвержденный положительный опыт применения технических решений.

Реклама

+7 (495) 621-8048, доб. 218
s.mironova@abok.ru
abokbook.ru

КОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА 2020
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ №5

МЕТОДЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ КАК ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНТИЛЯЦИИ В ОПЕРАЦИОННЫХ

ЧАСТЬ 2. АНАЛИЗ РАБОТЫ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Kishor Khankari, Ph.D, член ASHRAE, the president at AnSight LLC in Ann Arbor, Mich.

Как упоминалось в первой части статьи [1], воздух является основным носителем тепла, влаги, загрязняющих частиц и воздушных микрочастиц в операционных комнатах. Главная задача систем вентиляции в операционном блоке – минимизация вероятности появления в области хирургического стола инфекционных агентов, летучих органических веществ и бактерий при одновременном обеспечении комфортной среды для хирургов и их ассистентов. Ключевой фактор для снижения вероятности инфицирования – минимизация загрязнения стерильной рабочей зоны, где непосредственно проводится хирургическое вмешательство. Оценим, сможет ли изменение схемы системы вентиляции и кондиционирования, включая местоположение и количество приточных и вытяжных решеток в операционной, повлиять на воздушный поток и траекторию движения загрязняющих частиц.

Было выполнено CFD-моделирование[1] для анализа влияния трех различных моделей системы вентиляции и кондиционирования на захват отработанного воздуха (вторичных циркуляционных потоков) в стерильную зону и на результирующую траекторию потока микрочастиц в воздухе. Рассмотрена уже существующая схема, которая была изучена ранее, и две дополнительные схематичные вариации существующей модели. Проведено сравнение общего воздушного потока, распределения температур и возможной траектории движения микрочастиц в воздухе. Также было оценено влияние данных трех вариантов на ускорение приточного воздуха по мере приближения к операционному столу из ламинарных воздухораспределителей.

Виртуальная схема операционной

В рамках данного исследования была разработана трехмерная статическая неизотермическая CFD-модель для операционной площадью 52 м^2 (8,5 × 6 м) и высотой потолка 3 м с тремя конфигурациями системы вентиляции (рис. 1).

В этих виртуальных операционных есть операционный стол с пациентом, два хирурга, две медсестры, анестезиолог, хирургическое и верхнее освещение и другое оборудование и мебель. Практически все объекты находятся в пределах стерильной зоны, под ламинарным воздухораспределителем (диффузором), за исключением ассистирующей медсестры и стола с инструментами.

Во всех трех случаях воздух подается через единую ламинарную решетку, состоящую из девяти пластинчатых потолочных диффузоров, расположенных в центре потолка операционной комнаты.

Для всех трех типов воздушных потоков задается единая скорость движения воздуха на выходе из диффузора (ламинарного воздухораспределителя), равная 0,15 м/с, что соответствует кратности воздухообмена 23 ч$^{-1}$ соответственно. Количество вытяжного воздуха, удаляемого через вытяжные решетки, меньше, чем количество приточного: недостающая часть в объеме 590 м^3/ч удаляется через щелевые отверстия под дверьми, что позволяет создать избыточное давление по отношению к смежным помещениям.

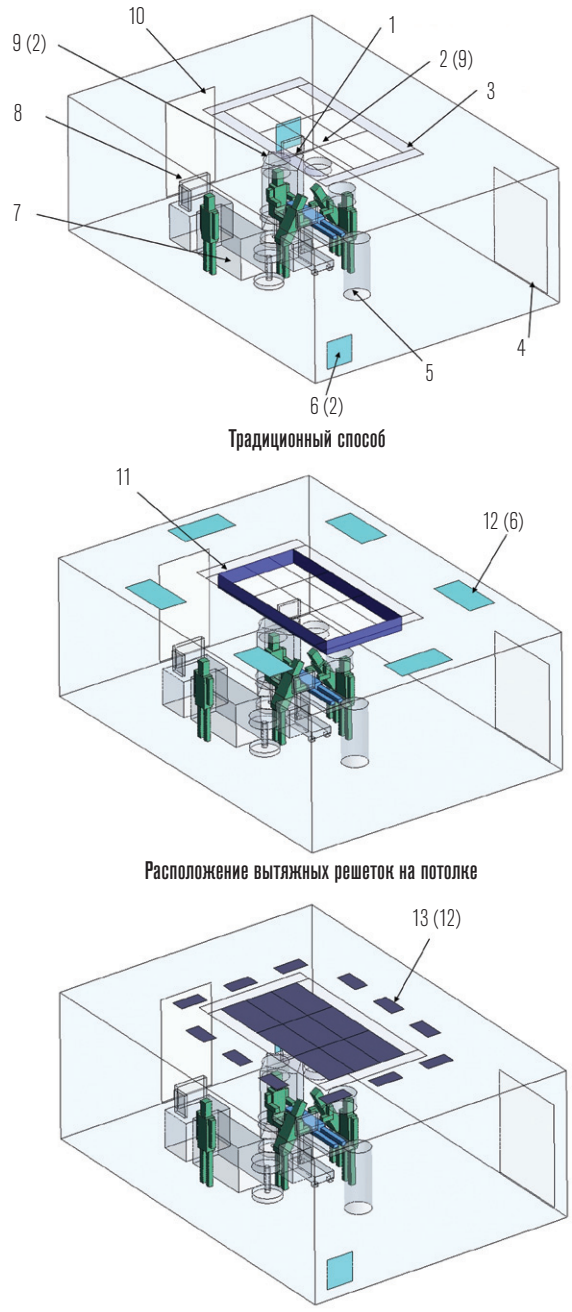
Данные значения количества приточного воздуха, распределяющей скорости и конфигурации помещения существующей модели соответствуют техническим требованиям стандарта ASHRAE 170–2017 (см. табл.).

Конфигурации системы вентиляции

В существующей модели (вариант 0) отработанный воздух удаляется через два вытяжных сепаратора/решетки, установленных на противоположных стенах, и через переточные отверстия, расположенные под двумя дверьми.

Рассматривались и две другие конфигурации системы вентиляции операционной (рис. 1).

Вариант 1. Вытяжные решетки расположены на потолке: настенные вытяжные сепараторы/решетки существующей модели были заменены на 6 потолочных вытяжных сепараторов/решеток, которые установлены за пределами стерильной зоны комнаты. Дополнительно по периметру приточных ламинарных воздухораспределителей установлен ограждающий фартук (опускающийся на 30 см), обрамляющий стерильную зону. В то время как потолочные вытяжные сепараторы/решетки обеспечили бы легкий путь для выхода воздуха из операци-



1 – аппарат для анестезии, 2 – ламинарные диффузоры (9), 3 – верхнее освещение, 4 – воздушный поток через неплотности двери (2), 5 – утилизация отходов, 6 – рециркуляционные решетки (2), 7 – вспомогательный стол, 8 – экраны, 9 – хирургический свет (2), 10 – дверь, 11 – ограждающий фартук, 12– потолочные вытяжные сепараторы/решетки (6), 13 – приточные воздухораспределители в нестерильной зоне (12)

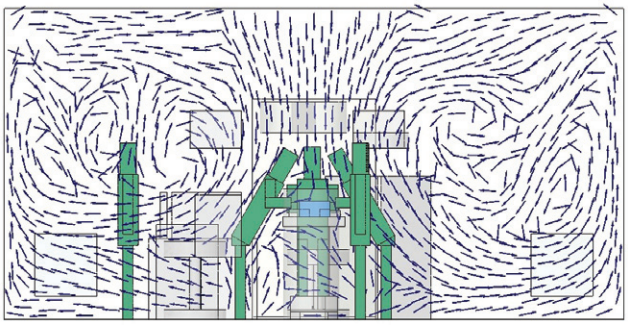
Рис. 1. Схемы трех вариантов систем вентиляции в операционной комнате

[1] Подробнее о CFD-моделировании в [1].

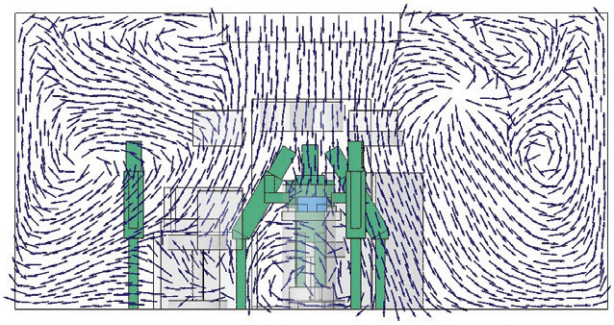
Таблица Минимальные требования для системы вентиляции в операционных комнатах, согласно стандарту ASHRAE 170–2017

Минимальные требования	Традиционный способ	Расположение вытяжных решеток на потолке	Раздельная подача приточного воздуха
Общая кратность воздухообмена: 20	23	23	23
Отношение давления к прилегающим областям: Положительное	Положительное	Положительное	Положительное
Расчетная температура: 20–24 °C	21°C	21°C	21°C
Поток воздуха: однонаправленный, сверху вниз	однонаправленный, сверху вниз	однонаправленный, сверху вниз	однонаправленный, сверху вниз
Поток воздуха: средняя скорость нагнетания 127–178 л/с•м^2	153 л/с•м^2	153 л/с•м^2	114 л/с•м^2
Комната должна быть оснащена по крайней мере двумя настенными вытяжными сепараторами/решетками, установленными в двух противоположных углах или как можно дальше друг от друга*	два настенных вытяжных сепаратора	шесть потолочных сепараторов	два настенных вытяжных сепаратора

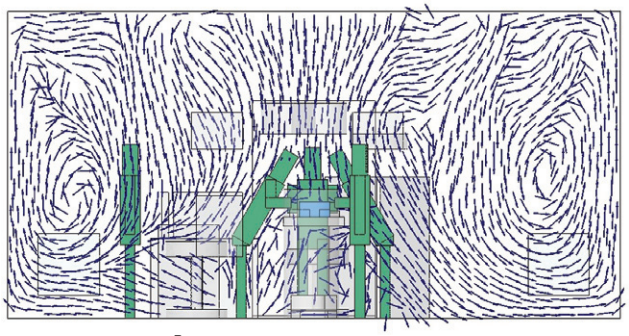
* В дополнение к необходимым вытяжным сепараторам/решеткам, такие сепараторы/решетки могут быть установлены на потолке.



Традиционный способ



Расположение вытяжных решеток на потолке



Раздельная подача приточного воздуха

Рис. 2. Демонстрация воздушных потоков для трех конфигураций систем вентиляции на поперечном разрезе операционной комнаты

онной без значительной циркуляции, ожидается, что фартук предотвратит захват воздуха из нестерильной зоны обратно в стерильную в зоне ламинарного воздухораспределителя.

Вариант 2. Дополнительно установлены 12 приточных воздухораспределителей в нестерильной зоне при сохранении настенных вытяжных сепараторов/решеток, как в случае с существующей системой. Таким образом, устанавливается круговая цепочка приточных диффузоров вокруг основного ламинарного воздухораспределителя. Общий объем приточного воздуха с кратностью 23 ч$^{-1}$ распределяется между основным воздухораспределителем и окружающими его диффузорами в пропорции 3:1. Как результат, скорость на выходе из этих воздухораспределителей в стерильной и нестерильной зонах сохраняется на уровне 0,11 м/с, что ниже, чем в существующей модели (0,15 м/с). Ожидается, что приточный воздух из дополнительных воздухораспределителей расширит стерильную зону, снижая циркуляционные потоки и тем самым предотвращая захват воздуха из нестерильной зоны в стерильную.

Тепловыделения в операционной

Тепловыделения от присутствующих в комнате людей и системы верхнего освещения составили соответственно 440 и 720 Вт. Тепловыделения от оборудования (аппарат для наркоза, экраны, хирургические светильники и мониторы) составили 1 050 Вт. Таким образом, общая нагрузка по явным тепловыделениям в комнате составила 2,21 кВт. Температура приточного воздуха поддерживалась на уровне 19,4 °C для всех трех случаев.

Для расчета турбулентной скорости воздуха была задействована стандартная модель турбулентности k-эпсилон (k-ε). Возможные траектории движения воздушного потока проанализированы путем отслеживания траекторий микрочастиц, слетающих с лиц присутствующих в комнате, поскольку именно лицо является наиболее открытым участком. Данное исследование предполагает, что большая часть подобных частиц в воздухе, появившихся на лицах присутствующих

ВЕБИНАРЫ АВОК

АВОК ВЕБИНАР ©

WEBINAR.ABOK.RU

- Мощный инструмент для развития бизнеса, позволяющий буквально одним нажатием кнопки расширить список контактов и клиентов, донести информацию о продукте до самых отдаленных регионов
- Современный инструмент профессионального обучения

С мая 2010 года проведено

381 вебинар с участием
109 639 специалистов из
520 городов России и
138 городов **31** зарубежной страны

Вебинар АВОК – это:

- рассылка приглашений на 50 000 адресов целевой аудитории электронного банка НП «АВОК»;
- 1,5-часовая интерактивная лекция, актуальность тем, комфорт участников и оперативность;
- обсуждение на профессиональном форуме АВОК (более 12 000 специалистов ежедневно);
- готовый учебный продукт, который является неотъемлемой частью профессиональной жизни современного специалиста.

Видеоверсию проведенных вебинаров АВОК смотрите на YouTube АВОК

в комнате, останется в общем воздушном потоке. Поскольку основной целью данного исследования является анализ направления движения частиц в воздухе, любое оседание этих микрочастиц на поверхностях не учитывается.

Результаты исследования и их анализ

- **Воздушный поток**

В **варианте 0** воздух в зоне пола движется из стерильной зоны по направлению к вытяжным сепараторам/решеткам, в то время как воздух в средней и верхней частях комнаты движется из нестерильной зоны в стерильную, тем самым сужая ее (рис. 2). Неизотермический поток воздуха на высокой скорости, выходя из ламинарного воздухораспределителя, приводит к тому, что происходит захват вторичных потоков нестерильного воздуха в стерильную зону. Воздух, выходящий из стерильной зоны, циркулируя, движется в нестерильную зону, перед тем как покинуть операционную, что может спровоцировать его повторный захват. Скорость чистого приточного воздушного потока увеличивается по мере приближения к операционному столу (рис. 3). Также показано сужение приточного воздушного потока (уменьшение стерильной зоны) в средней части комнаты.

В **варианте 1** подаваемый воздух из стерильной зоны движется вдоль пола по направлению к внешним стенам и затем вверх, к потолочным вытяжным сепараторам/решеткам. Небольшая зона повторной циркуляции воздуха формируется

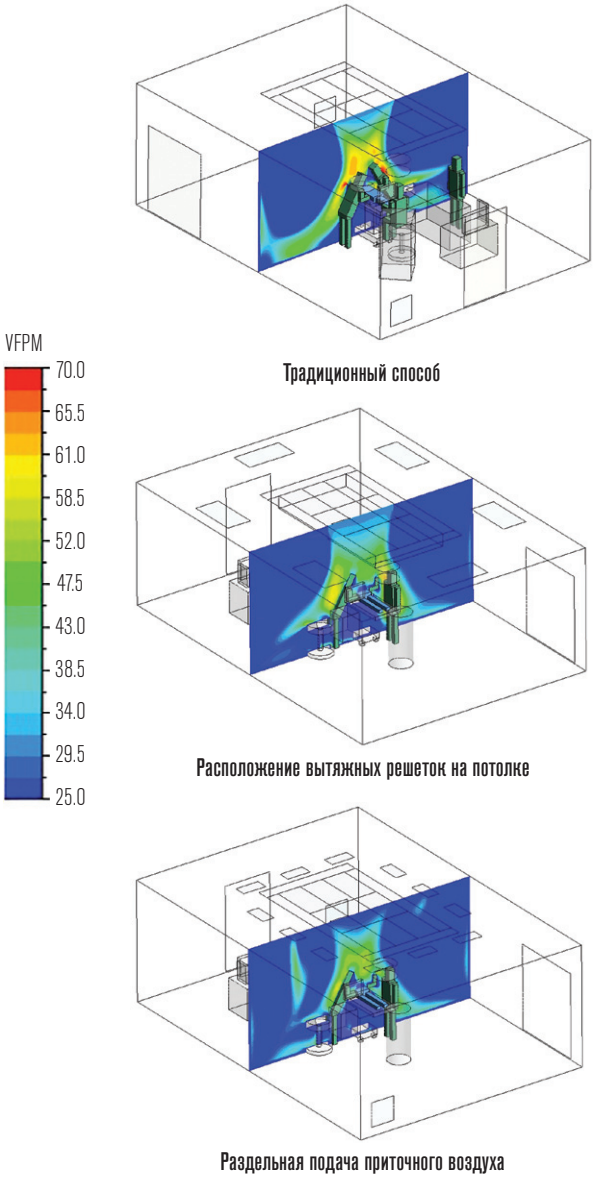


Рис. 3. Движение воздушных потоков на поперечном разрезе операционной комнаты. Изображения показывают снижение ускорения воздуха в варианте 1. Начальная скорость в варианте 2 ниже, чем в двух других случаях.

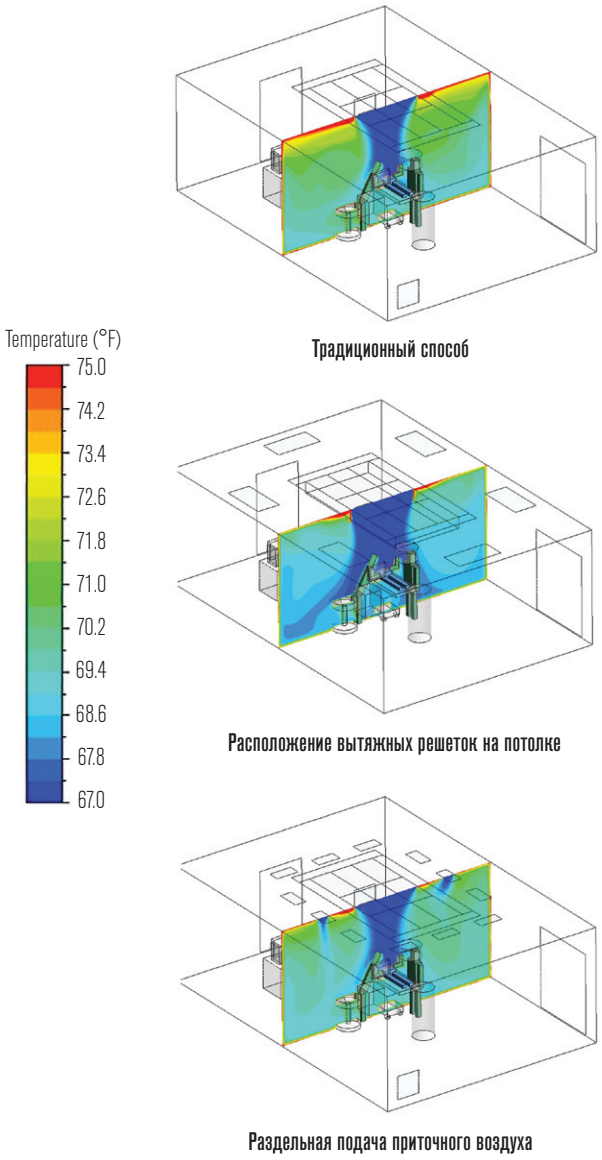


Рис. 4. Распределение температурных зон на поперечном разрезе операционной. Изображения показывают, что общая температура в операционной при расположении вытяжных решеток на потолке ниже (вариант 1), чем в двух других случаях, что может создать более комфортную температурную среду для присутствующих

в средней части нестерильной зоны, что хорошо заметно между примыкающими вытяжными сепараторами/решетками (не указано на рис. 2). Однако, в отличие от варианта 0, ускорение подаваемого чистого воздуха и сужение выходной струи (стерильной зоны) воздуха ослабевает (рис. 3), что указывает на низкий уровень захвата воздуха из нестерильной зоны (вторичных потоков) в стерильную. Фартук, окружающий ламинарные воздухораспределители, возможно, поможет сохранить нисходящий поток подаваемого воздуха и снизит его смешение с вторичными потоками в зоне потолка.

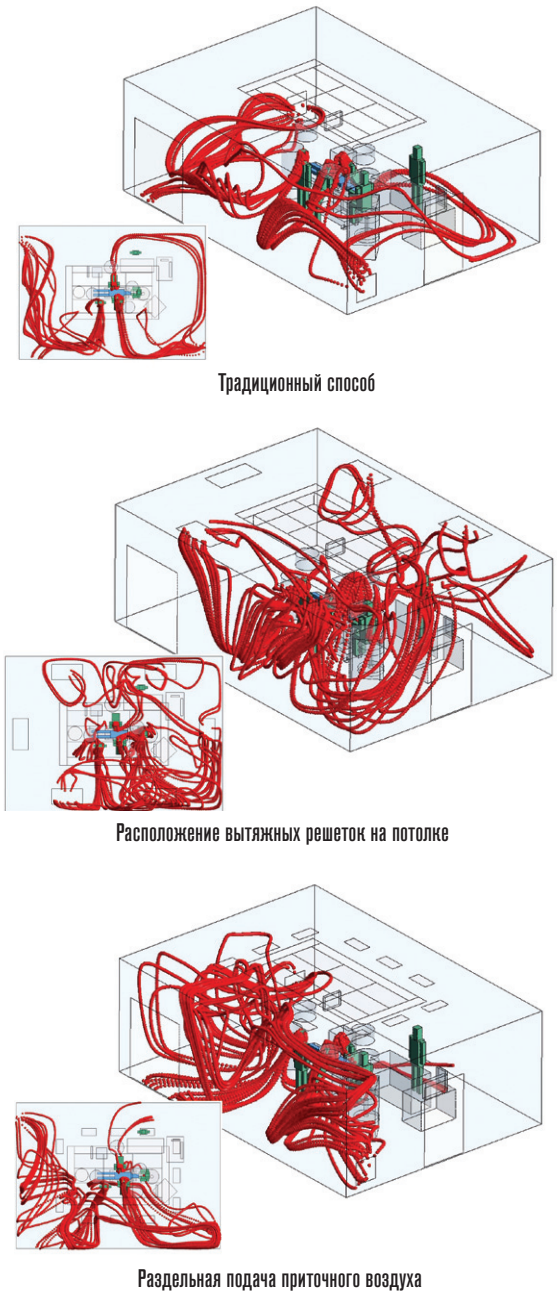


Рис. 5. Траектория движения в воздухе микрочастиц, слетевших с лиц присутствующих в стерильной зоне людей, для трех вариантов. Результаты показывают удаление микрочастиц из стерильной зоны во всех трех вариантах, однако в вариантах 1 и 2 эти микрочастицы движутся вверх

В **варианте 2** воздух из дополнительных приточных воздухораспределителей в нестерильной зоне движется в стерильную зону благодаря ускорению приточной струи в центральной части комнаты. Это приводит к схожему воздухораспределению с уже существующей традиционной системой. Однако, в отличие от варианта 0, в данной конфигурации системы вентиляции мы имеем дело с чистым приточным воздухом, а не с вторичными потоками, которые попадают в стерильную зону. Струи подаваемого воздуха в нестерильной зоне выступают в роли воздушной завесы между основной стерильной зоной и внешними стенами, формируя полустерильную зону между стерильной и нестерильной зонами, эффективно уменьшая при этом нестерильную зону до пространства между внешними стенами и расположением дополнительной «кольцевой» цепочки воздухораспределителей.

- **Распределение температуры**

В **варианте 0** наблюдается значительный температурный перепад в зоне потолка (рис. 4, выделено красным цветом). Циркуляция воздуха в средней части нестерильной зоны побуждает теплый воздух скапливаться в зоне потолка, окружая стерильную зону и в то же время поддерживая более холодный воздух в зоне пола. Это демонстрирует в дальнейшем сильный температурный перепад между потоком приточного воздуха и окружающей его нестерильной зоной, что может стать одной из причин захвата вторичных потоков теплого воздуха в центральную часть стерильной зоны. Сжатие стерильной области в ее центральной части как раз и указывает на такой захват. Далее, более высокая температура воздуха в нестерильной зоне может вызвать температурный дискомфорт для присутствующих в комнате. На это часто жалуются хирурги.

В **варианте 1** распределение температуры демонстрирует абсолютный контраст. В отличие от существующей системы, относительно холодный воздух из стерильной зоны движется вверх в нестерильную зону вдоль внешних стен по направлению к потолочным вытяжным сепараторам/решеткам. Это приводит к смешиванию холодного воздуха с пола с теплым воздухом в зоне потолка и помогает снизить температурный перепад между центральной частью стерильной зоны и вторичными потоками, что, в свою очередь, снижает степень захвата вторичных потоков (удаляемого воздуха). Как результат, центральная часть поддерживает более низкую температуру во всей стерильной зоне без какого-либо значительного сжатия струи приточного воздуха (стерильной зоны). Более низкие температуры в нестерильной зоне также способствуют улучшению температурного комфорта для присутствующих в комнате.

В **варианте 2** потоки воздуха, выходящие из кольцевой цепочки диффузоров и основного ламинарного воздухораспределителя, движутся к центру, что приводит к сильному сжатию струи чистого воздуха. Однако в отличие от варианта 0 холодный приточный воздух из кольцевых диффузоров захватывается в центр стерильной зоны, что способствует снижению температуры вокруг центральной части стерильной зоны. Таким образом, температура в этой области ниже по сравнению с существующей схемой (рис. 4). В схеме варианта 2 требуется

дальнейшая оптимизация процесса разделения воздушного потока в пропорции 3:1 между стерильной и нестерильной зонами. Более высокие скорости воздуха в нестерильной зоне могли бы помочь минимизировать движение воздуха в стерильную зону. Несмотря на это, благодаря относительно низким температурам в нестерильной зоне средняя температура в комнате в варианте 2 была более комфортной, чем при существующей схеме.

- **Траектория движения загрязняющих частиц**

Во-первых, определим траекторию движения микрочастиц, слетающих с лиц двух хирургов и медсестры, находящихся в стерильной зоне (рис. 5).

В **варианте 0** эти микрочастицы движутся низко по направлению к внешним стенам и затем стремятся в нестерильную зону к вытяжным сепараторам/решеткам. В **варианте 1** микрочастицы изначально следуют по той же траектории, что

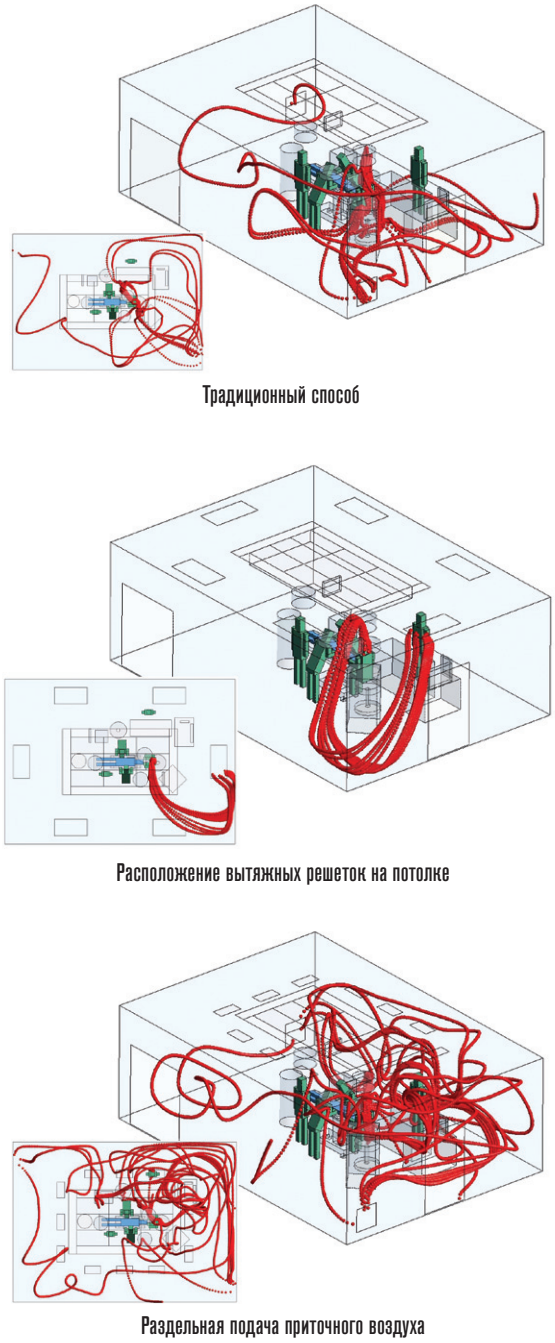


Рис. 6. Траектория движения в воздухе микрочастиц, слетевших с лица анестезиолога, находящегося на границе стерильной зоны. Частицы беспрепятственно покидают операционную при условии установки вытяжных сепараторов/решеток на потолке (вариант 1)

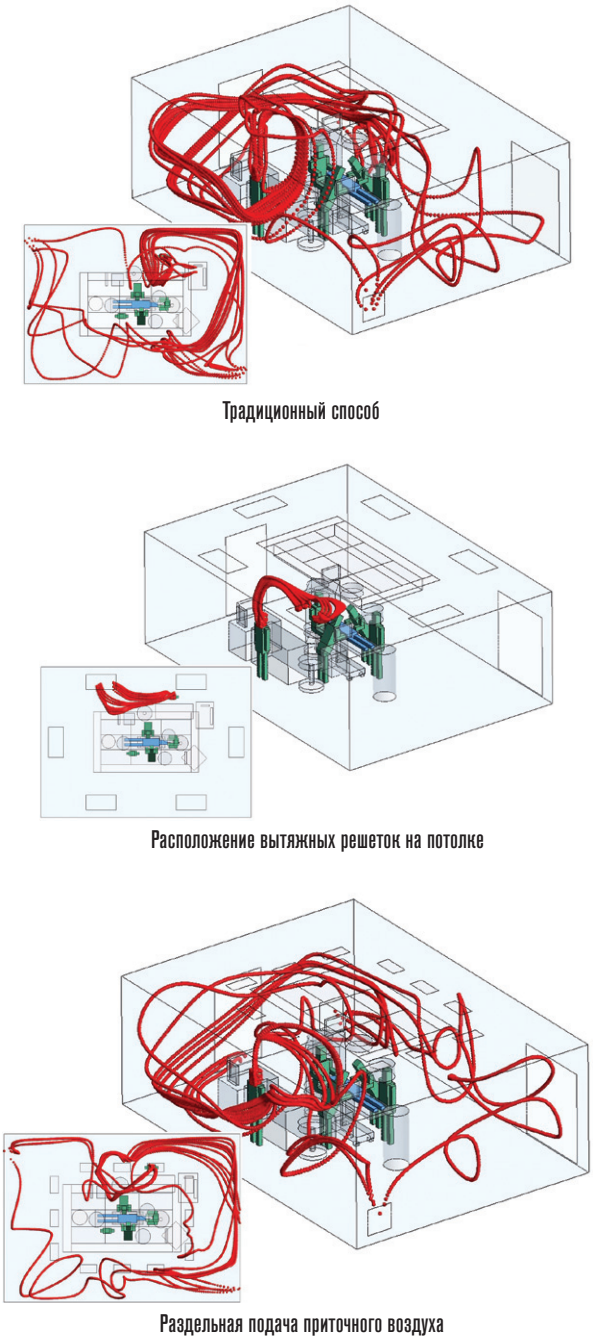


Рис. 7. Траектория движения в воздухе микрочастиц, слетевших с лица ассистирующей медсестры, находящейся за пределами стерильной зоны. Вариант 1 наиболее эффективен для удаления микрочастиц из операционной без значительной циркуляции и захвата в стерильную зону

и при существующей схеме (вариант 0). Однако после того, как микрочастицы добираются до стены, они движутся вверх по направлению к потолочной вытяжке. В **варианте 2** микрочастицы также изначально следуют по похожей траектории, как и в варианте 1, однако они захватываются в потоки приточного воздуха в нестерильной зоне. В потоке к вытяжным сепараторам/решеткам в зоне пола эти микрочастицы циркулируют в нестерильной зоне перед тем, как покинуть операционную через вытяжные сепараторы/решетки, расположенные в нижней зоне комнаты. Несмотря на такую циркуляцию, в проведенном исследовании не было обнаружено повторного проникновения этих частиц обратно в стерильную зону.

Во-вторых, оценим возможные траектории движения в воздухе микрочастиц, слетевших с лица анестезиолога, находящегося на границе стерильной зоны рядом с операционным столом (рис. 6).

В **варианте 0** и **варианте 2** загрязняющие микрочастицы удаляются из стерильной зоны, несмотря на значительную циркуляцию в нестерильной зоне перед выходом из операционной. В обоих случаях микрочастицы движутся по направлению к инструментальному столу, увеличивая потенциальный риск загрязнения инструментов, расположенных на нем. В **варианте 1** эти микрочастицы изначально выдуваются вверх к потолку, где сразу покидают операционную. Во всех трех случаях микрочастицы, появившиеся на лице анестезиолога, не указывают на признаки повторного проникновения в стерильную зону.

В-третьих, рассмотрим возможность появления в воздухе микрочастиц, слетевших с лица ассистирующей медсестры, находящейся вне стерильной зоны (рис. 7).

В случаях, когда вытяжные сепараторы/решетки расположены низко на противоположных стенах (**варианты 0 и 2**), микрочастицы изначально нагнетаются вверх к потолку и затем захватываются назад в стерильную зону. Нисходящая скорость воздуха из воздухораспределителей в варианте 2 в нестерильной зоне, вероятно, недостаточно высока (0,11 м/с) для того, чтобы направить эти микрочастицы вниз к вытяжному сепаратору/решетке для предотвращения повторного захвата в стерильную зону. В отличие от этих схем в наблюдается однократное прохождение частиц без следов вторичного захвата обратно в нестерильную зону. В варианте 1 микрочастицы поднимаются вверх похожим образом, как и в вариантах 0 и 2, однако в данном случае они покидают операционную путем однократного прохождения через потолочные вытяжные сепараторы/решетки. Данные исследования показали, что схема системы вентиляции в варианте 1 позволяет обеспечить наиболее эффективный способ удаления микрочастиц, возникших вне стерильной зоны, без их значительного захвата в стерильную зону.

- **Анализ ускорения воздушного потока**

Как уже было описано, температурный перепад между стерильной и нестерильной зонами может вызвать ускорение потока приточного воздуха, выходящего из ламинарных воздухораспределителей, что, в свою очередь, может повлечь за собой захват загрязненного воздуха из нестерильной зоны в

Реклама

РЕКОМЕНДАЦИИ Р НП «АВОК» 5.3.2-2020

«РАСЧЕТ И ПОДБОР ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ»

И ПРИЛОЖЕНИЕ «ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ. ИННОВАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ»

Рекомендации Р НП «АВОК» 5.3.2–2020 «Расчет и подбор воздухораспределительных устройств» и практическое приложение к рекомендациям разработаны при участии компаний ООО «Вентарт Групп», ООО «ТРОКС РУС», ООО «Системэйр» и содержат сведения об инженерных методах расчета воздухораспределения для основных схем подачи приточного воздуха, примеры расчета воздухораспределения для зданий различного назначения, сведения о выборе оптимальной схемы подачи воздуха и воздухораспределительных устройств. Распределение воздуха в помещениях определяет конечный эффект работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха, что является продолжением темы борьбы с распространением новой коронавирусной инфекции COVID-19. Корректный подбор воздухораспределительных устройств позволяет обеспечить поддержание требуемых параметров микроклимата в обслуживаемой зоне помещений, избежать появления сквозняков и застойных зон, нерационального расхода энергоресурсов.

Издание может рассматриваться в качестве пособия, поясняющего положения СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» в части методики расчета и подбора воздухораспределительных устройств.

Приобрести или заказать рекомендации можно на сайте abokbook.ru или по электронной почте s.mironova@abok.ru

стерильную. Ввиду циркуляции отработанного воздуха в стерильную зону и обратно трудно подсчитать его точный объем. Диапазон увеличения прямолинейной скорости приточного воздуха вдоль вертикальной оси от потолка к полу может дать лишь косвенную оценку такого захвата.

Вариация безразмерной скорости – это отношение прямолинейной скорости при определенном расстоянии вдоль вертикальной оси к выходной скорости из ламинарных воздухораспределителей (рис. 8). Для большей очевидности данная вариация показана с безразмерным вертикальным расстоянием (отношение высоты при определенном вертикальном положении к высоте ламинарного воздухораспределителя от потолка). При безразмерной высоте 0,0 на ламинарном воздухораспределителе безразмерная прямолинейная скорость – 1,0.

Этот анализ для всех трех вариантов указывает, что прямолинейная скорость увеличивается по мере того, как воздух движется вниз по направлению к операционному столу. Однако в **варианте 1** результаты указывают на самое низкое ускорение прямолинейной скорости, что говорит о том, что захват воздуха в стерильную зону маловероятен. Отметка о температурном перепаде между стерильной и нестерильной зонами в данном случае была минимальной.

Вариант 2 показывает самое высокое повышение прямолинейной скорости, тем самым отмечая высокий уровень потенциального захвата вторичных потоков. Как упоминалось ранее, поток воздуха из кольцевых воздухораспределителей (окружающих ламинарный воздухораспределитель) в нестерильной зоне моментально захватывается в поток из стерильных зон. Во всех трех вариантах прямолинейная скорость начинает увеличиваться примерно на уровне 38 % от вертикального расстояния от потолка, и в этой точке она превышает выходную скорость в 1,9 раза для варианта 0, в 1,6 раза для варианта 1 и в 2,2 раза для варианта 2.

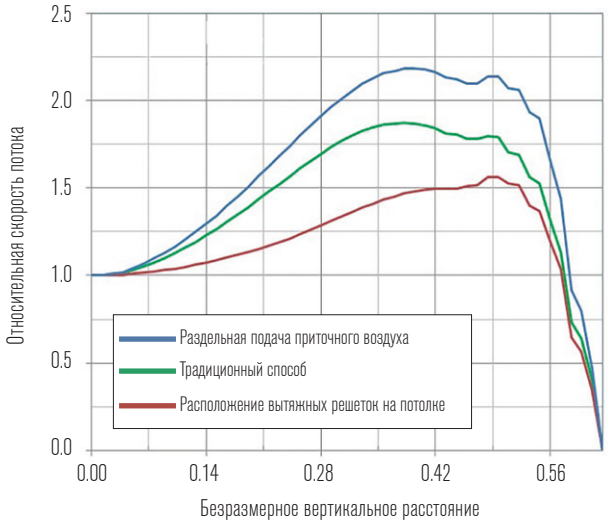


Рис. 8. График показывает ускорение воздушного потока, выходящего из ламинарного воздухораспределителя по мере приближения к операционному столу, в зависимости от начальной скорости. По мере того как приточный воздух в нестерильной зоне захватывается в стерильную зону, вариант 2 (с раздельной подачей приточного воздуха) показывает наибольшее ускорение

Подведение итогов и рекомендации

Проведенные исследования существующей схемы системы вентиляции в больничных операционных с применением CFD-моделирования показали, что, когда микрочастицы появляются в воздушном потоке нестерильной зоны (на лице ассистирующей медсестры), они могут быть повторно захвачены назад в стерильную зону независимо от скорости подачи приточного воздуха или кратности воздухообмена. Данное исследование оценило, смогут ли модификации в существующей схеме системы вентиляции изменить траекторию движения загрязняющих частиц и ослабить вторичные циркуляционные потоки. В процессе CFD-моделирования проанализированы два варианта схем системы вентиляции в операционных: проведено сравнение воздушных потоков, распределения температуры и результирующих траекторий движения микрочастиц. Также дана оценка увеличения прямолинейной скорости потока приточного воздуха из ламинарных воздухораспределителей для того, чтобы определить диапазон захвата по всем трем исследуемым схемам.

Данные исследования показали, что организация воздухообмена, включая количество и местоположение приточных воздухораспределителей и вытяжных сепараторов/решеток, оказывает влияние на работу системы вентиляции в операционной.

Рассмотренные в данном исследовании схемы систем вентиляции и кондиционирования совсем необязательно являются оптимальным решением. Важно понимать, что кратность воздухообмена в помещении не самый главный критерий – изменение схемы системы вентиляции оказывает большее влияние на организацию воздушных потоков, распределение температуры и, следовательно, на получающуюся в результате траекторию движения загрязняющих частиц и температурный комфорт присутствующих в комнате. Таким образом, для того, чтобы увеличить эффективность работы вентиляционных систем в операционной, высокая кратность воздухообмена не должна рассматриваться как единственное потенциальное решение. Скорее даже выбор той или иной схемы систем вентиляции и кондиционирования должен рассматриваться при низкой кратности воздухообмена, чем при ее увеличении.

Литература

1. Kishor Khankari. Методы вычислительной гидродинамики как инструмент оценки эффективности вентиляции в операционных. Часть 1. Скорость воздухообмена // Энергосбережение. 2020. № 4. ■

Статья публикуется с разрешения редакции ASHRAE Journal. Оригинал статьи «Computational Fluid Dynamics (CFD) Analysis of Hospital Operating Room Ventilation Systems. Part II: Analyses of HVAC Confi gurations» опубликован в ASHRAE Journal, июнь 2018 г. ASHRAE не несет ответственность за точность перевода. Для того чтобы приобрести издание на английском языке, обратитесь в ASHRAE: 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329–2305 USA, www.ashrae.org

КОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА 2020
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ №6

ОТЛАЖЕННАЯ РАБОТА СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ – ГАРАНТИЯ ЗДОРОВОГО ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИЯХ

Клаудиа Майер, продукт-менеджер Sauter Cumulus, Германия

В России постепенно снижается количество людей, заражаемых коронавирусом. Однако в отдельных странах мира данная проблема пока не решена. Кроме того, существует опасность повторного возникновения вирусной эпидемии. Поэтому актуальность рекомендаций о том, как предотвратить распространение вирусов с помощью систем вентиляции, не вызывает сомнений.

Влияние систем вентиляции на распространение вирусной инфекции

Существует два пути переноса вирусов посредством воздуха: заражение путем попадания крупных капель вследствие близкого контакта с переносчиком вируса и через так называемые аэрозоли. Многочисленные исследования, а также история вспышек заболеваемости по всему миру показали, что в передаче коронавирусов наиболее важную роль играют аэрозоли.

Согласно данным Института им. Роберта Коха (RKI), основанным на современных знаниях и исследованиях, нельзя

однозначно утверждать, что коронавирус SARS-CoV-2 (см. Терминологию) будет распространяться в помещении через эксплуатируемые системы вентиляции. С другой стороны, помещения, не оборудованные системой вентиляции, а также наличие систем рециркуляции воздуха без фильтрации или низкая температура воздуха являются идеальными условиями для распространения SARS-CoV-2. Поэтому обеспечение правильного функционирования вентиляционных систем в соответствии с минимальным расходом наружного воздуха является важнейшим и обязательным мероприятием, особенно в приближающийся период холодов.

Чем выше кратность воздухообмена, тем меньше вирусов содержится в воздушном пространстве помещения. Любая система вентиляции может эффективно снизить концентрацию вредностей (включая бактерии и вирусы) в обслуживаемом помещении за счет воздухообмена. Этот простой способ реально снижает риск заражения. Благодаря регулярной подаче очищенного наружного воздуха и удалению из помещений загрязненного воздуха значительно улучшается микроклимат помещения и существенно снижается концентрация болезнетворных агентов.

Правильно настроить систему вентиляции позволяет автоматизация зданий, способствующая в нашем случае избавлению помещения от вирусной опасности. Оценить работу автоматизированной системы вентиляции и настроить ее на оптимальный режим работы поможет компетентная служба поддержки профильной организации, такой как Sauter. Если в помещении не установлена автоматизированная система вентиляции или она технологически устарела, то специалисты по автоматизации всегда окажут профессиональную поддержку и сформулируют соответствующие рекомендации по результатам обследования.

Здоровый микроклимат – не праздный вопрос: владельцы предприятий должны понимать, что нормально работающая вентиляция обеспечит чистый воздух, чем сохранит работоспособность сотрудников, здоровье клиентов и активность других слоев населения. Это позволит окупить инвестиции, вложенные в модернизацию климатических систем.

#терминология

SARS-CoV-2 *– представитель семейства коронавирусов, к которому относятся также SARS-CoV («атипичная пневмония», SARS, ТОРС), MERS («верблюжий грипп») и даже некоторые возбудители обычной простуды (но не грипп, его вызывают ортомиксовирусы). Коронавирусы являются РНК-вирусами, то есть их геном представлен молекулой РНК.*

COVID-19 *– коронавирусная инфекция или потенциально тяжелый острый респираторный синдром (ТОРС), вызываемый коронавирусом SARS-CoV-2.*

Рекомендации REHVA по предотвращению распространения вирусных инфекций

Объединенная организация европейских ассоциаций по отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха (REHVA) опубликовала 17 марта 2020 года руководство для предотвращения распространения вирусных инфекций (коронавируса COVID-19, SARS-CoV-2) на рабочем месте. Данное руководство основано на последних достижениях и доступной в настоящее время специальной информации и постоянно обновляется.

Документ включает в себя полезные рекомендации. В качестве примера в первую очередь хочется привести совет о том, чтобы избегать рециркуляции воздуха в помещении в период распространения SARS-CoV-2, для чего необходимо закрыть заслонки рециркуляции воздуха (либо с помощью автоматической системы управления зданием, либо вручную). Данную рекомендацию следует выполнять несмотря на то, что это может привести к проблемам с переохлаждением или перегревом помещений, так как в период эпидемии важнее предотвратить распространение вирусов и защитить здоровье людей.

Кроме того, нужно понимать, что фильтры, установленные в системе рециркуляции, не смогут продолжительное время препятствовать распространению загрязнения, поскольку, как правило, не предназначены для эффективного отфильтровывания вирусов.

Также, в зависимости от ситуации, рекомендуется отрегулировать

время работы систем механической вентиляции. Вначале, не менее чем за два часа до начала работы людей в помещении, вентиляция должна работать с номинальной скоростью, а через два часа скорость воздушного потока должна быть снижена. Общий совет: обеспечить поступление в помещение как можно большего количества наружного воздуха. Также персонал не должен быть сосредоточен в одном месте: между сотрудниками нужно обеспечить рекомендуемую дистанцию. В зданиях, где нет систем механической вентиляции, рекомендуется как можно чаще открывать окна (гораздо чаще, чем обычно), даже если это вызывает некоторый тепловой дискомфорт.

Не имеют практического эффекта увлажнение и кондиционирование воздуха, как и очистка воздуховодов или преждевременная замена наружного воздушного фильтра. В современных системах вентиляции сразу после забора наружного воздуха установлены фильтры тонкой очистки, которые улавливают микрочастицы и таким образом обеспечивают адекватную защиту от зараженного вирусом наружного воздуха. Однако во время замены внешнего фильтра обслуживающий персонал должен быть надлежащим образом защищен: ему необходимо надеть перчатки и средства индивидуальной защиты органов дыхания.

Дезинфекция воздуха с помощью устройств, использующих технологии электростатической фильтрации или ультрафиолетового излучения, позволяет убивать вирусы. Поэтому применение данного оборудования в определенных случаях может стать наиболее оптимальным решением.

Подводя итог, сформулируем некоторые практические мероприятия, рекомендуемые в Руководстве REHVA при эксплуатации здания[1]:

1. Безопасная вентиляция помещений с наружным воздухом.

2. Обеспечить требуемый воздухообмен не менее чем за два часа до начала работы персонала в помещении и снизить воздухообмен через два часа после окончания эксплуатации помещения.

3. Не отключать вентиляцию в ночные часы и в выходные дни, на это время переводя системы в режим минимального воздухообмена.

4. Обеспечить регулярное проветривание через открытие окон (даже в помещениях с механической вентиляцией).

5. Поддерживать постоянную вентиляцию в санузлах (24 часа в сутки 7 дней в неделю).

6. Избегать открытых окон в санузлах, чтобы обеспечить правильное направление воздушного потока.

7. Смывать воду в унитазах с закрытой крышкой.

8. Переключить вентиляционные установки с циркуляцией воздуха на прямоточный режим (100 % наружного воздуха).

9. Проверить системы рекуперации теплоты, чтобы убедиться в отсутствии или незначительности объема перетоков между притоком и вытяжкой.

10. Не менять уставки нагрева, охлаждения и возможного увлажнения воздуха.

11. Не осуществлять (не планировать) очистку воздуховода в период заражения.

12. Менять центральные фильтры наружного и вытяжного воздуха в соответствии с графиком технического обслуживания.

13. Регулярная замена фильтров и другие работы по техническому обслуживанию должны выполняться с использованием стандартных защитных мер, включая индивидуальную защиту органов дыхания.

Рекомендации, приведенные в Руководстве REHVA, основаны на открытых результатах исследований. К сожалению, полная и достоверная информация о коронавирусе (SARS-CoV-2) пока недоступна. Поэтому рекомендации REHVA следует рассматривать как пожелания, не являющиеся обязательными к исполнению[2]. Также полезную информацию по данным вопросам можно найти в рекомендациях Федеральной ассоциации технического строительного оборудования (BTGA)[3]. ■

Перевод текста выполнил Мартин Бисмарк, маркет-менеджер, Sauter Building Control International

---

[1] С полным текстом руководства (оригинал на английском языке) можно ознакомиться на сайте https://www.rehva.eu/activities/covid-19-guidance.
[2] REHVA не несет никакой ответственности за ущерб, вызванный использованием информации, представленной в руководстве.
[3] https://www.btga.de/files/Diverses/RLT_Covid19_V2_200424.pdf

SMART CLINIC, IoT, BIG DATA – УМНАЯ ТРИАДА УПРАВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКИМ УЧРЕЖДЕНИЕМ

М. С. Трифонов, генеральный директор ООО «Дельта Контролс»

Современная медицина должна быть интегрирована в цифровое общество и как получатель, и как поставщик огромного объема данных и связанных с этим услуг. Выгоды от строительства умной больницы[1] получают все – от разного уровня органов власти до персонала больниц и пациентов. Поэтому важно знать, как построить Smart Clinic с IoT и Big Data.

Что такое Smart Clinic, IoT, Big Data и зачем они нужны?

Smart Clinic (умная больница) – это медицинское учреждение, спроектированное, построенное и эксплуатирующееся с учетом самых современных строительных и IT-технологий, использование которых позволяет сократить стоимость владения, уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и улучшить качество медицинских услуг.

IoT (Internet of Things, Интернет вещей) – технология, позволяющая или подразумевающая возможность подключения к глобальной сети передачи данных устройств, изначально не являвшихся IT-оборудованием.

Big Data (большие данные) – термин, принятый для описания современных объемов информации, связанных с цифровым обществом, цифровой экономикой. Термин «большие данные» характеризует совокупности данных с возможным экспоненциальным ростом, которые слишком велики, слишком неформатированы или слишком неструктурированы для анализа традиционными методами.

[1] О современных больницах читайте в статье «Умная больница pandemic ready hospital – задача для систем климатизации и автоматизации», Энергосбережение № 3, 2020.

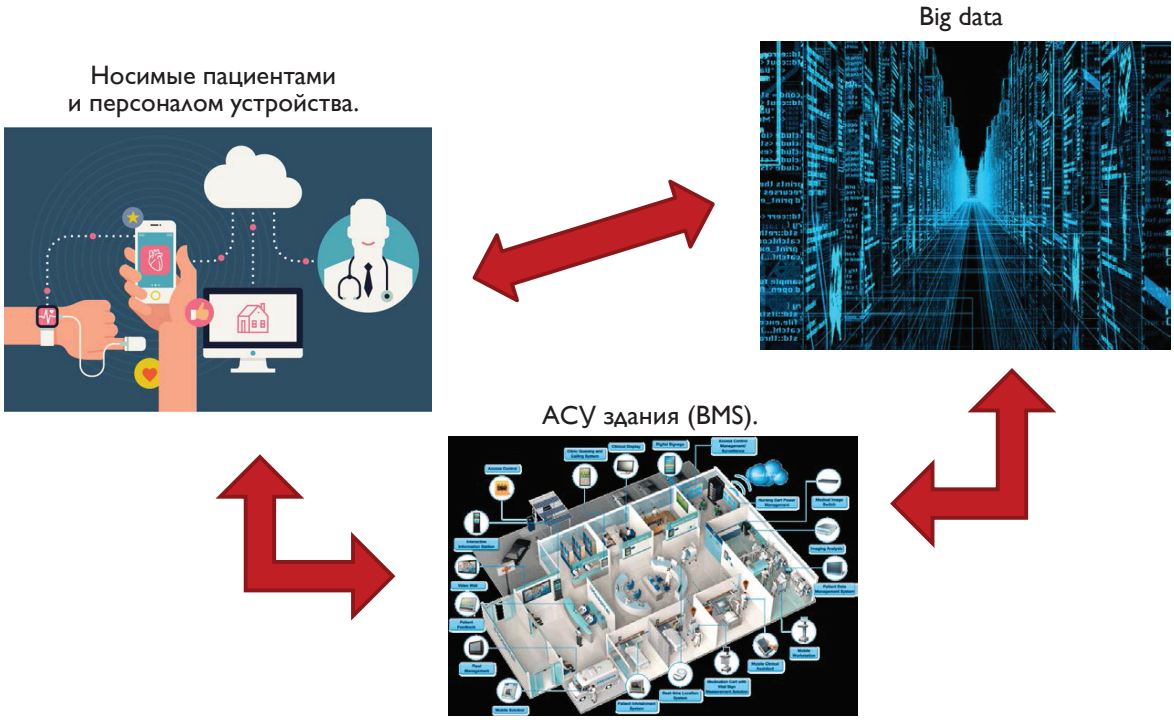


Рис. 1. Триада «IoT – Smart Clinic – Big Data»

Замкнутая цепь обмена данными между умными устройствами, умной больницей и аналитикой больших данных позволит дать пациентам диагностику здоровья в реальном времени, врачам – анализ тенденций в анамнезе и предикативные назначения, больницам – улучшение микроклимата и ускорение выздоровления больных.

IoT для пациентов

Это, например, носимые пациентами устройства типа фитнес-браслетов для постоянного мониторинга состояния здоровья пациента, его местонахождения.

Такие носимые устройства могут передавать данные в систему медицинской диагностики либо через Wi-Fi-, LPWAN[2]-, NB-IoT[3]-сети больницы либо через смартфон пациента.

Носимые устройства контролируют и передают в реальном времени в дата-центр клиники основные показатели пациента: пульс, насыщение крови кислородом, температуру, давление, местонахождение, резкое изменение положения. Они могут хранить историю болезни для быстрого понимания ситуации врачами скорой помощи. Могут передать сигнал тревоги врачам или родственникам при резком изменении параметров пациента.

IoT для клиники

IoT для клиники – это в первую очередь встраиваемые в медицинское оборудование модули беспроводной связи, передающие данные пациента в медицинскую систему. Кроме того, указанные модули могут передавать данные о местонахождении прибора, что предупреждает его хищение или несанкционированное использование, а также данные о состоянии оборудования в службу эксплуатации для оптимизации технического обслуживания.

Еще один класс IoT для клиники – беспроводные датчики для мониторинга климатических параметров в чистых комнатах, снятия показаний со счетчиков ресурсов.

Можно использовать датчики геолокации медицинского транспорта и его состояния, например осуществлять диагностику автомобиля по протоколу OBD2 (On-Board Diagnostic).

Smart Clinic – умная больница

Автоматизированная система управления (АСУ) здания (англ. BMS – Building Management System) контролирует состояние инженерных систем, поддерживает необходимые параметры микроклимата с учетом анамнеза палатных больных, получая необходимые уставки и сценарии из медицинской системы. Использование АСУ позволяет уменьшить потребление энергоресурсов и улучшить энергоэффективность. Заявки на энергоресурсы передаются в умную сеть (Smart Grid).

Оптимизируются плановые ремонты и техобслуживание систем и оборудования. При необходимости заявки сервисным компаниям на проведение техобслуживания (ТО) или ремонтов генерируются автоматически. При этом обеспечивается безопасность клиники, пациентов и персонала – за это отвечают интегрированные системы контроля и управления

[2] LPWAN (англ. Low-power Wide-area Network, энергоэффективная сеть дальнего радиуса действия) – беспроводная технология передачи небольших по объему данных на дальние расстояния, разработанная для распределенных сетей телеметрии, межмашинного взаимодействия и Интернета вещей.
[3] NB-IoT (Narrow Band Internet of Things) – стандарт сотовой связи для устройств телеметрии с низкими объемами обмена данными.

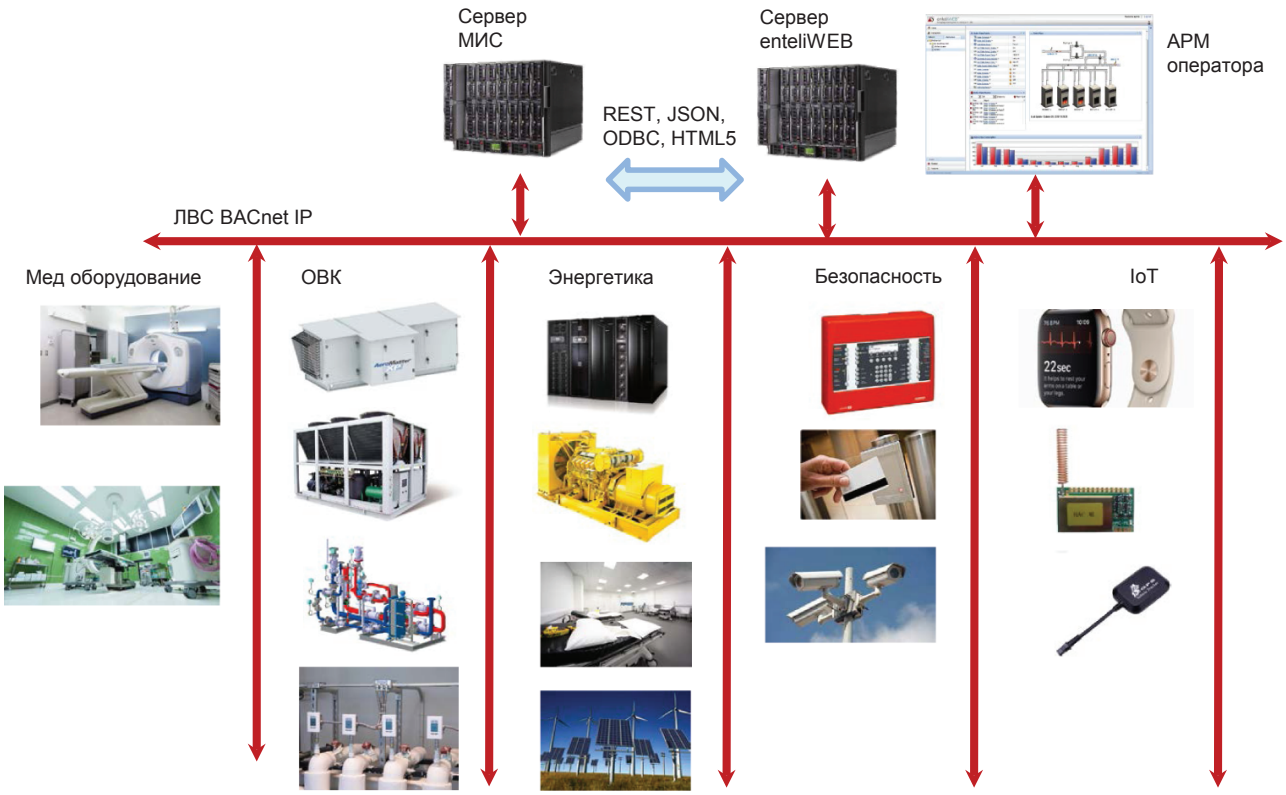


Рис. 2. Пример системы управления Smart Clinic

доступом (СКУД), охранно-пожарная сигнализация (ОПС), видеонаблюдение (CCTV).

Big Data – обработка больших данных

Система обработки больших данных анализирует состояние пациентов, качество работы врачей, прогнозирует рост заболеваний на подконтрольной территории, оптимизирует работу инженерного оборудования, вносит корректировки в процесс лечения (с утверждением лечащим врачом).

Источник данных – информация от медицинского оборудования клиники, от носимых устройств, из районных поликлиник и т. д.

Система обработки больших данных размещается либо в дата-центре больницы, либо в арендуемом дата-центре с учетом закона о защите персональных данных и надежности дата-центра (так называемые tier-уровни).

Как построить Smart Clinic с IoT и Big Data?

Зачастую заказчик не обладает компетенциями для правильного составления технических требований к проектированию современной больницы. В результате больница проектируется как обычное здание с некоторым учетом специфики: работа в режиме 24/7, чистые помещения, бесперебойное энергоснабжение, резервирование вентиляции. В проекте в этом случае принимают участие многочисленные организации-субподрядчики по подсистемам, причем идеология интегрированной системы управления отсутствует. Отсутствуют и реальные решения по энергосбережению.

Современный комплексный подход предполагает объединение усилий всех участников строительного процесса – проектировщиков, строителей, службы эксплуатации, а также рассмотрение всего жизненного цикла здания.

Прежде всего, необходимо рассмотреть само здание и определить, как его следует автоматизировать. Самый лучший вариант – проектирование новой больницы с учетом всех потребностей лечебного процесса и современных технологий. Промежуточный вариант – полная или частичная модернизация морально и технологически устаревших систем управления. Самый неудобный вариант – полная замена устаревших или вышедших из строя систем управления в ЛПУ постройки ранее 1990-х годов.

---

[4] Комиссинг зданий (англ. Building Commissioning, ввод в эксплуатацию, технический надзор) – ориентированный на качество процесс, повышающий результативность проекта строительства. Подробнее см. статьи Ю. Бубнова «Комиссинг энергопотребляющих систем зданий на примере США» (http://zvt.abok.ru/articles/196/Komissing_energopotreblyayuchshih_sistem_zdanii_na_primere_SShA) и В. Н. Лимина и Н. В. Лимина «Commissioning есть, а слова такого нет» (https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6610).

[5] ROI (англ. Return on Investment, возврат инвестиций) – коэффициент, характеризующий рентабельность инвестиций.

[6] TCO (англ. Total Cost of Ownership, совокупная стоимость владения) – стоимость жизненного цикла здания.

Основа качества современного проекта – комплексный подход, включающий проектирование, инсталляцию (ввод в эксплуатацию), эксплуатацию, Building Commissioning[4].

При этом можно отметить некоторые ключевые особенности современного подхода к проектированию умной больницы:

- применение BIM в проектировании;
- построение процессной модели эксплуатации ЛПУ;
- единый протокол обмена данными и единая сеть связи;
- интеграция на уровне протокола всех систем больницы: инженерных, энергетических, систем безопасности;
- подключение медицинских систем к BMS для получения информации об авариях и нештатной работе.

Очень важный вопрос – выбор производителей оборудования. Важно понимать, что инвестору не интересны конкретные контроллеры и их технические характеристики – ему интересно увеличение ROI[5]. Владельцу здания также не интересны сами контроллеры – ему интересно снижение TCO[6]. Парадоксально, но конкретные контроллеры не интересны даже главному инженеру службы эксплуатации – его будут интересовать упрощение обслуживания, статистика работы и аварий, снижение стоимости эксплуатации.

Умная больница – кому она нужна?

Выгоды от строительства умной больницы получают все участники строительного процесса – муниципальные, региональные и федеральные органы, собственники зданий, служба эксплуатации, персонал и посетители.

Преимущества умной больницы для муниципальных, региональных, федеральных органов:

- предотвращение техногенных аварий и терактов в зданиях и сооружениях;
- улучшение качества снабжения потребителей ресурсами ввиду уменьшения нагрузки на генерирующие компании и сети передачи;
- снижение нагрузки на бюджет из-за отсутствия необходимости строительства генерирующих мощностей;
- контроль ситуации в районе в режиме реального времени как следствие объединения систем управления в единую сеть.

Преимущества умной больницы для собственников зданий:

- сокращение стоимости владения как результат энергосбережения и правильной эксплуатации;
- льготы по налогообложению как результат энергоэффективности;
- снижение стоимости страхования объекта недвижимости;
- улучшение коэффициента инвестирования ROI;
- экономия 30–50 % по электроэнергии, 15–25 % по теплу, 10–20 % по воде.

Преимущества умной больницы для управления зданием и для службы эксплуатации:

- доступность руководству и подразделению полной информации о состоянии объекта в любой момент времени и в любом разрезе;
- уменьшение расходов на эксплуатацию на 10–15 % благодаря интеграции EAM-систем[7];
- увеличение производительности труда на 10–13 %;
- сокращение ЗИП[8] на 3–7 %;
- увеличение сроков эксплуатации производственных фондов на 10 %;
- оптимизация штата службы эксплуатации;
- постоянный контроль состояния оборудования и систем;
- оптимизация работы инженерного, энергетического и охранного оборудования;
- увеличение межрегламентных интервалов;
- предотвращение аварийных ситуаций;
- снабжение ресурсами по запросу.

Преимущества умной больницы для пациентов, персонала, посетителей:

- ускорение выздоровления пациентов благодаря правильному микроклимату;
- ускорение оборачиваемости коек;
- спокойная работа в комфортных условиях;
- уменьшение числа врачебных ошибок при операциях в некомфортных условиях;
- ограничение несанкционированного доступа к материальным и нематериальным активам;
- быстрая реакция на предотвращение аварийных и криминальных ситуаций;
- улучшение качества работы служб клиник.

Преимущества умной больницы с точки зрения финансов и экономики:

- контроль всех транзакций предприятий;
- оптимизация расходов на ЗИП и обслуживание;
- анализ сделок и уменьшение финансовых хищений;
- работа с проверенными контрагентами;
- контроль работы персонала.

Преимущества умной больницы с точки зрения безопасности:

- безопасность персонала, пациентов, посетителей;
- безопасность данных и бизнес-процессов ЛПУ;
- стабильность работы медучреждения;
- предотвращение ущерба от внешних и внутренних атак, небрежности пользователей;
- улучшение управляемости и аналитики предприятия;
- быстрая реакция на чрезвычайные ситуации;
- безопасная работа с IoT-устройствами. ■

---

[7] EAM (Enterprise Asset Management) – систематическая и скоординированная деятельность организации, нацеленная на оптимальное управление физическими активами и режимами их работы, рисками и расходами на протяжении всего жизненного цикла для достижения и выполнения стратегических планов организации. EAM-система – прикладное программное обеспечение управления основными фондами предприятия в рамках стратегии EAM.

[8] ЗИП – запасные части, инструменты и принадлежности.

АВОК Вентиляция Отопление Кондиционирование 2020 №3

РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК

РЕСУРСЫ, ЯВЛЯЮЩИЕСЯ УПРЕЖДАЮЩИМ РУКОВОДСТВОМ В БОРЬБЕ С РАСПРОСТРАНЕНИЕМ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ

В настоящее время эскалация распространения коронавируса вызывает особую тревогу и понимание того, что огромную важность имеют нормативно-методические документы по обеспечению качества воздуха в помещениях зданий как упреждающее руководство в борьбе с распространением инфекций в зданиях, особенно коронавируса COVID-19.

***Ю.А. Табунщиков*, президент НП «АВОК»**

НП «АВОК» разработаны уникальные, не имеющие аналогов в мировой практике рекомендации **«Проектирование инженерных систем лечебно-профилактических учреждений»**, которые содержат требования к организации воздухообмена в помещениях лечебно-профилактических учреждений и к способам управления и эксплуатации инженерных систем, позволяющим реализовать главное условие эффективного предотвращения распространения инфекции – надежную изоляцию больного.

В рамках рекомендаций данное условие достигается совместным решением медико-технологических лечебных процессов и архитектурно-планировочных задач, направленных на создание в помещениях лечебно-профилактических учреждений оптимальных параметров микроклимата и чистоты воздушной среды.

В НП «АВОК» ведется разработка крайне актуальных в настоящее время новых рекомендаций **«Проектирование лечебно-профилактических учреждений. Инфекционные больницы»**. В рекомендациях будут сформулированы требования к эффективному предотвращению распространения инфекции инженерными методами при обеспечении надежной изоляции больного, а также приведены: технологические требования к помещениям инфекционных больниц; санитарно-гигиенические и противоэпидемические требования к планировочным решениям и организации воздухообмена и вентиляции; архитектурно-планировочные требования к проектированию; требования к организации теплоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, требования к организации воздухообмена в основных структурных подразделениях; требования к оборудованию.

Другие **нормативно-методические документы НП «АВОК»**, также **связанные с обеспечением качества воздуха в помещениях и сохранением здоровья людей**.

- Стандарт АВОК **«Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена»**. Стандарт устанавливает минимальные нормы воздухообмена по наружному воздуху, обеспечивающему в обслуживаемых помещениях необходимую чистоту (качество) воздуха и его минимально возможное неблагоприятное воздействие на здоровье человека.
- Рекомендации АВОК **«Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах жилых зданий»**. Рекомендации для проектирования систем естественной и механической вентиляции помещений квартир жилых зданий и жилой части многофункциональных зданий нового строительства, капитального ремонта, реконструкции, модернизации.
- Рекомендации АВОК **«Расчет и проектирование регулируемой естественной и гибридной вентиляции в многоэтажных жилых домах»**. Рекомендации устанавливают методику применения регулируемой естественной и гибридной (естественно-механической) вентиляции в многоэтажных жилых домах и общежитиях, в жилой части многофункциональных зданий нового строительства, капитального ремонта, реконструкции, модернизации.
- Стандарт АВОК **«Музеи. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха»** рассматривает музей как многофункциональный комплекс, включающий в себя помещения с различными требованиями к микроклимату и качеству воздушной среды. Организация рационального воздухообмена в помещениях музеев различного назначения – основная задача при проектировании инженерных систем музеев.
- Рекомендации АВОК **«Проектирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха помещений предприятий**

НП «АВОК»

НП «АВОК» – всероссийское общество, вся деятельность которого связана с решением проблем обеспечения качества микроклимата и экологической безопасности в помещениях зданий на основе применения экологически чистых энергоэффективных технологий инженерного оборудования зданий и отражением достигнутых результатов в нормативно-методических документах, журналах, вебинарах, конференциях, мастер-классах и монографиях.

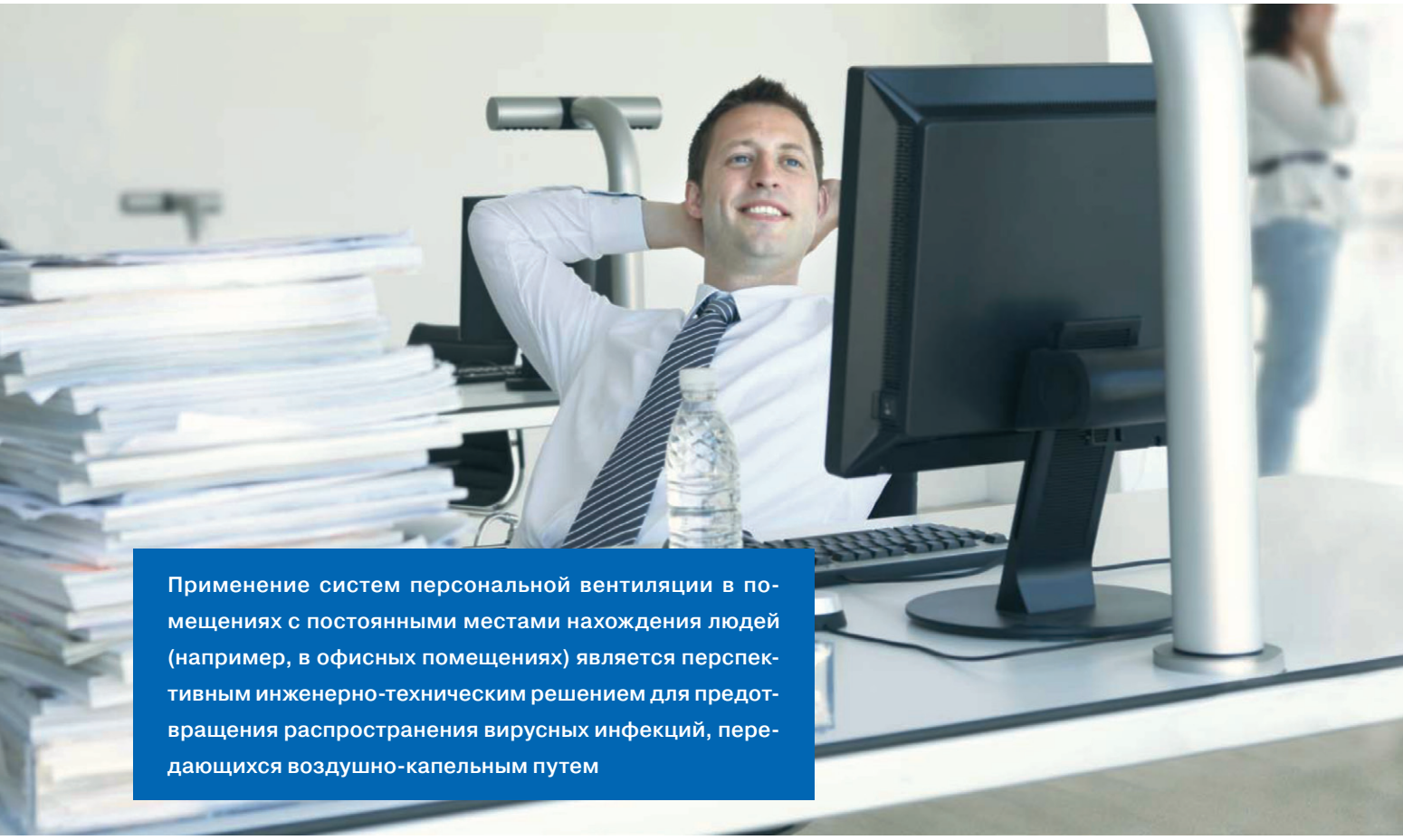
общественного питания» предусматривают комплексный учет всех факторов, влияющих на микроклимат в процессе эксплуатации предприятия, включая соблюдение санитарно-гигиенических требований и обеспечение локализации и удаления тепло- и влагопоступлений.

Профессор **П. Оле Фангер** писал: *«Надо признать, что к качеству воздуха в помещениях и вентиляции предъявляют довольно низкие требования. Ежедневно около 5 тысяч человек умирают от плохого качества внутреннего воздуха. В новом столетии нам нужна новая система ценностей, основанная на стремлении к совершенствованию среды в помещениях»*.

То, что столь широкое недовольство качеством микроклимата среды обитания во многих существующих зданиях действительно имеет место, засвидетельствовано в результатах многочисленных исследований. Так, например, по данным изучения Национального института по безопасности жилья и здоровья США 1 млн зданий в США имеет плохое качество воздуха, и это связано с непрофессионализмом в проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Вентиляция в помещении является главным показателем «здоровья здания» и, с другой стороны, упреждающим мероприятием, препятствующим распространению вирусных заболеваний.

Применение естественной вентиляции в современных многоэтажных зданиях с небольшими объемами помещений, с наличием источников разнообразных вредностей, прежде всего формальдегидов, не является гарантией обеспечения качественного воздухообмена. Это хорошо понимали отечественные специалисты: когда в 50-е годы началась эпоха крупнопанельного индустриального домостроения, они предлагали оборудовать здание воздушным отоплением, совмещенным с вентиляцией. И это, действительно, обеспечило бы хорошее качество воздуха в помещении. Однако применение таких систем требовало создания принципиально нового оборудования, и прежде всего воздуховодов высокого качества. В результате первые экспериментальные крупнопанельные здания в Москве и Новочеркасске показали отрицательные результаты.



Применение систем персональной вентиляции в помещениях с постоянными местами нахождения людей (например, в офисных помещениях) является перспективным инженерно-техническим решением для предотвращения распространения вирусных инфекций, передающихся воздушно-капельным путем

● РАЗРАБОТКИ 2020 ГОДА

Содержат требования к организации воздухообмена и обеспечению качества воздуха. Рекомендации «Проектирование децентрализованных систем вентиляции». Рекомендации являются организационно-техническим документом, который позволяет разрабатывать и применять высокоэффективные энергосберегающие проектные решения, обеспечивающие нормативное качество воздуха и его параметры в обслуживаемых помещениях.

Рекомендации по расчету и подбору воздухораспределительных устройств. В рекомендациях будут сформулированы требования к параметрам микроклимата в рабочей зоне помещения, связанным с организацией воздухообмена.

В журнале «Академия архитектуры и строительства» был сформулирован такой вывод: пока мы бедны, мы будем пользоваться современной естественной вентиляцией в многоэтажных зданиях, а когда станем богаче, вернемся к системам воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией. И, кажется, это время пришло: стали строиться дома с поквартирной механической системой вентиляции, которая показала свою эффективность в обеспечении качества воздуха и энергосбережения.

Профессор Фангер в статье «Качество внутреннего воздуха в XXI веке: в поисках совершенства» (АВОК, № 2, 2002) писал: *«В будущем, однако, я предвижу такие вентиляционные системы, которые будут подавать относительно малые количества чистого воздуха в зону дыхания каждого человека. Предлагаемая идея состоит в том, чтобы каждый из занимающих данное помещение людей получал чистый воздух, не загрязненный источниками загрязнения, существующими в помещении. Мы бы вряд ли стали пить воду из плавательного бассейна, загрязненную биоэфлюентами человека. Однако же, находясь в помещении, мы согласны вдыхать воздух, который уже побывал в легких других людей и загрязнен человеческими биоэфлюентами и прочими загрязняющими веществами, присутствующими в помещении. Почему бы не подавать воздух высокого качества в небольших количествах напрямую каждому потребителю вместо того, чтобы прогонять через помещение огромные количества воздуха посредственного качества?»*.

С целью реализации идей профессора Фангера по персональной вентиляции НП «АВОК» выполнило научно-исследовательскую и опытно-конструкторскую работу по теме «Разработка системы вентиляции и кондиционирования воздуха, обеспечивающей комфортные параметры теплового и воздушного микроклимата в локальной рабочей зоне общественных и производственных зданий». В результате разработаны требования к системам вентиляции и кондиционирования воздуха с локальным воздухораспределением, в том числе к расходу приточного воздуха, начальной скорости, температуре, относительной влажности и концентрации углекислого газа приточной струи, к возможности регулирования направления движения приточной струи, к размещению локального воздухораспределителя.

НП «АВОК» рекомендует придерживаться следующих стратегий проектирования систем вентиляции в помещениях зданий для упреждения распространения инфекции:

- в помещениях общественных зданий рекомендовать вытесняющую вентиляцию, а в помещениях офисных зданий на рабочих местах и в помещениях библиотек – персональную вентиляцию;
- в жилых зданиях рекомендовать поквартирные приточно-вытяжные механические системы вентиляции;
- следует избегать источников загрязнений в помещениях, в которых нет необходимости;
- создавать разряжение – отрицательное давление в «грязных» помещениях;
- рекомендовать использовать «чистые» строительные материалы или как минимум материалы с низким уровнем загрязнения.

Все материалы для профессионалов строительной отрасли доступны на веб-ресурсах НП «АВОК»: ***www.abok.ru, webinar.abok.ru, events.abok.ru, www.abokbook.ru.***

АВК Вентиляция Отопление Кондиционирование 2020 №4

Практические рекомендации по борьбе с коронавирусом для систем вентиляции

А. Н. Колубков, **директор ООО ППФ «АК», вице-президент НП «АВОК», аттестованный специалист НП «АВОК» по направлению «Проектирование инженерных систем зданий и сооружений»**

В мире идет эпидемия коронавируса. Самое время осмыслить некоторые моменты, связанные с инженерным оборудованием жилищ, в которых мы живем, или вновь возводимых зданий, в первую очередь с точки зрения обеспечения здоровья и безопасности людей. Данная статья – это не только пособие по борьбе с корно-навирусом в системах вентиляции, но и осмысливание направления их развития.

Российский рынок жилой недвижимости

По официальным данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат), в России в последние 5 лет строится жилья в среднем 80,9 млн м^2 общей площади в год. Так, за 2018 год построено 75,7 млн м^2 – это больше миллиона квартир, а в 2019 году – 80,3 млн м^2 жилья. За последний период больше всего жилья сдавалось в 2015-м – 85,3 млн м^2.

Более половины из них (51,4 %) построено предприятиями частной формы собственности или населением за счет собственных или привлеченных средств.

Жилищный фонд России, если рассматривать его с точки зрения количества комнат на человека, представляет собой цифру в 0,8 единицы. А вот в развитых странах на каждого человека в среднем приходится 1,8 комнаты.

По оценкам специалистов, к 2020 году капремонт потребуется для огромной доли жилья в России. Общая стоимость такого ремонта может составить 5 трлн рублей. Это больше, чем вся страна тратит на оборону и военные расходы за год. Проще наверняка сносить старое жилье и возводить новое. Но вопрос: а какое оно будет? Как отличить жилой комплекс эконом-класса от комфорта, а реальный бизнес-класс от маскирующегося под него комфорта-«плюс»?

Для каждого класса установлен конкретный перечень параметров, которые относят строящийся объект именно к этому классу. Инвесторы, вложившиеся в этот сектор, стараются привлечь покупателей высокими технологиями, повышенным уровнем безопасности и комфорта.

Престижный дом – удовольствие дорогое. Большая часть стоимости проекта приходится на создание инженерных коммуникаций. Специалисты, занимающиеся строительством домов такого уровня, называют цифру 15–25 % от общей себестоимости строительства.

Что же используется сегодня? Прежде всего новые инженерные системы, существенно отличающиеся от привычных. Жилой дом, претендующий на нишу бизнес-класса, должен иметь систему центрального кондиционирования и приточно-вытяжной вентиляции, служащей для поддержания микроклимата в квартирах. Если установка центрального кондиционирования не была проведена, то в доме обустраиваются технологические ниши для выносных систем на каждую квартиру. Что касается высоких технологий, то в домах бизнес-класса должны присутствовать цифровая связь и выделенный Интернет, кабельное или спутниковое телевидение. В домах бизнес-класса могут быть и дополнительные опции. Но это в домах бизнес-класса. А что с реновацией? Если в области слаботочных систем тут все на уровне, то в остальном неплохо бы пересмотреть подход, в первую очередь по отношению к вентиляции.

Микроклимат помещений как фактор здоровья

Прежде всего стоит остановиться на условиях поддержания микроклимата в жилых помещениях. Микроклимат – метеорологический режим закрытых помещений. Микроклимат определяется следующими основными метеорологическими компонентами: температурой воздуха и окружающих поверхностей, влажностью и скоростью движения воздуха, а также локальной асимметрией результирующей температуры.

Микроклимат помещений различного назначения, несмотря на ограждения, изменяется в соответствии с состоянием внешних атмосферных условий и, следовательно, подвержен колебаниям сезонного характера.

Гигиенические требования к микроклимату регулируются в законодательных актах. Микроклимат будет благоприятным только при выполнении всех гигиенических требований.

Свежий воздух создает комфортные условия для проживания, повышает иммунитет, улучшает здоровье и самочувствие. И, наоборот, отсутствие вентиляции (притока свежего и удаления отработанного воздуха) в помещении влечет за собой загрязнение воздуха, недостаток кислорода, сырость, шум, сквозняки. Присутствие загрязненного воздуха сильно ухудшает здоровье человека и вызывает болезни верхних дыхательных путей. Необновляемый воздух увеличивает риск аллергических заболеваний.

В современных зданиях, где используются герметичные стеклопакеты и двери, при неработающей системе вентиляции возникают недостаток кислорода и переизбыток углекислого газа, что отрицательно влияет на здоровье человека.

В теплых и плохо вентилируемых помещениях нарушается влажностный режим и образуются споры плесневых грибков, которые создают опасность для человека.

Отсутствие системы вентиляции приводит к необходимости открывать окна в помещениях.

Компактные бризеры различных производителей

При открытых окнах шум с улицы поступает в помещения и мешает комфортному сну и отдыху, а в зимнее время поступает неочищенный и не подогретый воздух, возникают сквозняки, что приводит к простудным заболеваниям.

Распространенные заблуждения о вентиляции

Естественная вентиляция – лучше не бывает

Естественная вентиляция неэффективна в жилых помещениях, где устанавливаются герметичные стеклопакеты и двери. Проветривание не обеспечивает необходимый воздухообмен и не позволяет контролировать его параметры. Кроме того, нет защиты от сквозняка, проникновения запаха и шума при периодическом проветривании. Да и по физике процессов вентиляция с естественным побуждением половину года, например, в Москве просто не работает. Не пора ли ее власть имущим просто ее запретить для повышения комфортности проживания людей в многоквартирных домах (МКД) и сохранения их здоровья?

Устройство механической вентиляции сложно и дорого

Для вентиляции квартиры не нужно устанавливать громоздкие системы, достаточно суперкомпактной вентиляционной установки или централизованной вытяжки в многоквартирном здании. Получаемая польза от их установки гарантирует доступность вентиляции для каждого потребителя, который заботится о здоровье и благосостоянии своей семьи.

Установка сплит-системы – альтернатива вентиляции

Большинство бытовых сплит-систем охлаждают или нагревают находящийся в помещении воздух, но не обеспечивают его поступление с улицы. В процессе работы бытовой сплит-системы в помещении циркулирует загрязненный и использованный воздух. Поэтому если в квартире установлена сплит-система, то в любом случае необходима система вентиляции, при ее отсутствии ухудшаются параметры воздуха в помещении, увеличивается риск простудных и аллергических заболеваний.

Вполне достаточно наличия вытяжки из кухонь и санузлов

Некоторые потребители считают, что кухонная вытяжка и вытяжной вентилятор в ванной справляются с вентиляцией пространства. Но эти устройства не могут обеспечить притока свежего воздуха, а значит, помещение не вентилируется. Поэтому жильцы находятся в душных помещениях без воздухообмена и в том числе гарантированно заражаются друг от друга.

Автономные решения по вентиляции

Автономные решения по вентиляции из-за их в целом большей надежности более предпочтительны, тем более что вентиляция – это фактор здоровья в первую очередь и комфорта во вторую. Более того, любой человек – это собственник: одно дело – дорогое и полезное железо у него дома и он за него заплатил, другое дело – он кому-то платит за какое-то общее железо, ремонтирует его и якобы обслуживает.

При переходе на поквартирные системы вентиляции (например, приточно-вытяжные установки с рекуператором) общее потребление тепла от сетей теплоснабжения здания на систему подогрева вентиляционного воздуха практически не берется, общее потребление электроэнергии от сетей здания также не входит в общедомовое потребление. Потребление электроэнергии и предподогрев осуществляются со щитка владельца квартиры.

В автономных квартирных приточно-вытяжных установках (ПВУ) с установленным на воздухозаборе калорифером предподогрева проблем с заморозкой рекуператора, как правило, нет.

Автономная ПВУ квартиры вместе с двух- и четырехтрубными фанкойлами (конвекторами) позволяет создавать владельцу квартиры систему комфортного поддержания микроклимата и управлять ею по своим ощущениям.

Центральная вентиляция в жилье налажена на подачу и удаление расчетного количества воздуха. В этом ее неоспоримый плюс, но он же и недостаток из-за индивидуальности проживающих.

Совсем другое дело – его личная автономная система: включает и регулирует расход он сам. Чувствует потоки приточного воздуха и может ими активно управлять. Здесь все понятно и осязаемо.

Посетителям выставок климатического оборудования наверняка удалось познакомиться с этими изделиями, включая индивидуальные бризеры, в составе которых имеется не менее трех фильтров, включая антиаллергенные и HEPA-фильтры. Такие системы можно смело рекомендовать как достойные решения на данном этапе развития техники. Производителям же надо в первую очередь позаботиться об уменьшении уровня шума при их работе и достижении большей компактности.

Центральные приточно-вытяжные системы с утилизацией теплоты вытяжного воздуха

Немного о центральных приточно-вытяжных системах с утилизацией теплоты вытяжного воздуха. Утилизация теплоты вытяжного воздуха – это необходимый процесс для экономии энергоресурсов. Даже не обсуждается тот факт, что это оправданно и необходимо. Однако регенеративные теплообменники, принцип действия которых основан на аккумуляции теплоты и попеременном нахождении в зоне теплого воздуха (вытяжной зараженный воздух) и холодного воздуха (чистый приточный воздух), являются прекрасными переносчиками заражения. По-видимому, методов быстрой дезинфекции рабочего колеса вращающегося теплообменника не придумать, поэтому их применение должно быть ограничено. Допустимо применение только пластинчатых рекуператоров. Но именно в центральных системах для обеззараживания воздуха вместо использования фильтров тонкой очистки (с целью уменьшения сопротивления и снижения потребляемой мощности) возможна установка секций с ультрафиолетовыми лампами.

Рекомендации при самоизоляции в условиях вирусной эпидемии

Самоизоляция в условиях эпидемии коронавируса должна проводиться правильным образом. Одну из основных ролей в этом играет грамотное проветривание помещения. При самоизоляции, когда люди сидят дома, огромное значение имеет воздухообмен в помещениях, а также поддержание оптимальных параметров температуры и влажности воздуха. Это ключевой момент.

Нормальные вентиляционные системы не должны допускать проникновения в квартиру воздуха из других помещений. Поэтому если человек чувствует запахи из кухни соседей, необходимо разбираться, кто «такой грамотный» проектировал или какой заказчик такую систему предложил или утвердил.

Особенно это актуально в настоящий период, когда «грамотные проектировщики» предлагают

вместо традиционных систем со сборными коробами и квартирными спутниками системы с разводкой сборных воздуховодов по межквартирным коридорам и горизонтальными врезками в него из прилегающих квартир, а застройщики в погоне за мнимой прибылью подхватывают и утверждают такие решения. Рассмотрим эти схемы подробнее.

Системы вентиляции: как не надо делать

В чем суть перехода на такое решение? В несовершенстве нормативной базы, при которой стена квартиры не является противопожарной преградой, и, соответственно, при выходе вытяжного короба из квартиры на нем можно не ставить противопожарный клапан. Но «грамотный проектировщик» не считает последствия. Представим ситуацию, при которой надо помнить о классической российской проблеме – неработающих системах вентиляции, когда системы вентиляции смонтированы, но по факту выключены. Причин может быть множество – от безграмотности эксплуатирующего персонала до многочисленных технических проблем в виде повышенного шума, замороженных теплообменников, сгоревших вентиляторов, не смонтированной автоматики и других.

Что в этом случае может произойти? Например, хозяйка отошла в магазин, а на плите осталась кастрюля с готовящимся обедом. В соседней квартире мама оставила одного дома спящего ребенка. А в это время жидкость в кастрюле выкипела, начала гореть, гарь пошла по коридору в соседние квартиры, дальше можно не продолжать.

При пересмотре СП 60.13330 этот момент будет отражен, и при такой схеме вентиляции придется ставить противопожарные клапаны. Но тут уже экономии никакой для застройщика не будет.

Еще несколько слов о тенденциях систем вентиляции в МКД. Опять же, в угоду мнимой экономии наблюдается стремление застройщиков переходить к устройству вытяжных вентиляционных блоков из бетона. Это ж сколько лет надо было потратить, чтобы понять, что в стальных оцинкованных коробах тараканы не живут. Факт неоспоримый. По данным служб эксплуатации, нет потребности в проведении дезинфекции при устройстве систем с оцинкованными воздуховодами. Опять же, места нужно в два раза меньше, чем с бетонными блоками в здании. В чем необходимость перехода – непонятно. А ведь в зданиях тараканы – это тоже переносчики инфекций.

Собственно, время покажет, зданиям с каким инженерным оборудованием будут отдавать предпочтение покупатели, но можно посмотреть немного назад и убедиться, что в кризис и при избытке предложения продаются квартиры именно с серьезными инженерными системами и с нормальной эксплуатацией от серьезных застройщиков.

Руководство REHVA по эксплуатации помещений в районах со вспышкой коронавирусной болезни

В связи с пандемией коронавируса COVID-19 Федерация европейских ассоциаций отопления, вентиляции и кондиционирования REHVA опубликовала Руководство по эксплуатации помещений в районах со вспышкой коронавирусной болезни. Особое внимание в руководстве уделяется правильной вентиляции. В документе рассматривается риск передачи инфекции воздушным путем через мелкие частицы – меньше пяти микрометров, которые могут оставаться в воздухе в течение нескольких часов и могут транспортироваться на большие расстояния. Мелкие частицы образуются при кашле и разговоре и не исчезают из воздуха так быстро, как более крупные капли, которые оседают и высыхают. Этот механизм подразумевает, что увеличение вентиляции полезно для удаления большего количества частиц. Лучше вообще поддерживать постоянную вентиляцию, чтобы удалить частицы вируса из здания.

Авторы отмечают, что риск заражения возрастает в плохо проветриваемых помещениях. Размер частиц коронавируса составляет 80–160 нанометров, и они остаются активными в обычных условиях до трех часов в воздухе помещения и до двух-трех дней на внутренних поверхностях и предметах. По возможности следует отключить и децентрализованные системы, использующие локальную рециркуляцию, такие как фанкойлы.

Нет необходимости и в создании повышенной влажности. Вирус устойчив к изменениям окружающей среды и восприимчив только к очень высокой относительной влажности – выше 80 % и температуре выше 30 °C, которые неприемлемы в помещениях. Поэтому системы отопления или охлаждения не нуждаются в какой-либо регулировке.

Также нет необходимости заменять наружные воздушные фильтры системы вентиляции, которые в данном конкретном контексте не являются источниками загрязнения, и в специальной чистке межкомнатных вентиляционных каналов.

Поддержание влажности в помещениях, особенно в отопительный период в условиях самоизоляции архиважно для здоровья. В монолитных МКД влажность зимой не превышает 15–20 %, что маловато при постоянном нахождении дома и при необходимости работать на удаленке. Хорошо еще, что в настоящее время выбор увлажнителей есть на любой вкус – от бытовых до профессиональных.

Не лишними будут и системы ультрафиолетового обеззараживания вытяжного воздуха. Если есть риск попадания загрязненного воздуха в приточной воздухозабор, то и на приточный воздух нужны УФ-установки. Ультрафиолет (бактерицидные фильтры, ультрафиолетовые лампы) помогает обеззаразить воздух. На данный момент нет никаких исследований, которые точно подтверждали бы, что этот вирус «боится» таких решений, но, по крайней мере, это самая высокая степень защиты и повсеместно используется для повышенной очистки воздуха, где это требуется, – во всех медицинских учреждениях их устанавливают для обеззараживания воздуха.

Модуль обеззараживания воздуха

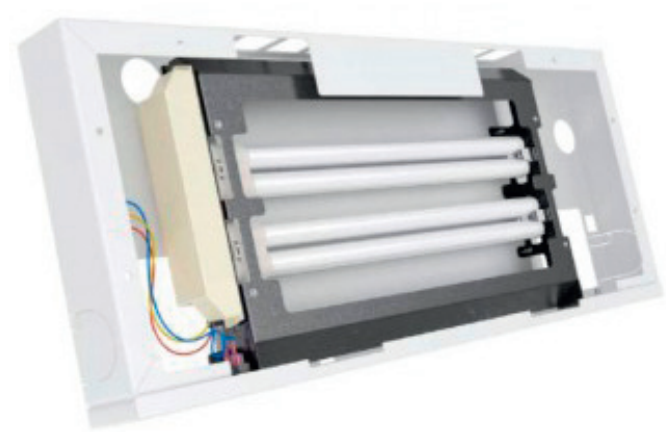
Неплохо посмотреть, как и в повседневной жизни можно добиться такой степени очистки на примере модуля обеззараживания воздуха. Модуль устанавливается вместе с внутренним блоком сплит-системы, образуя с ним единую конструкцию. Высокоэффективная молекулярная очистка воздуха, основанная на технологии фотокатализа, обеспечивает непревзойденную защиту здоровья пользователей.

По данным European Environmental Agency (EEA), главную опасность для здоровья человека несут наноразмерные частицы. К ним относятся молекулы основных возбудителей аллергии (20–400 нм), не удаляемые легкими человека аэрозольные частицы (20–100 нм), вирусы (20–300 нм), бактерии (от 100 нм).

Модуль обеззараживания воздуха улавливает и инактивирует частицы размером от 30 нм (в том числе озон, угарный газ, аммиак, оксид азота и прочие токсичные газы) с эффективностью близкой к 100 %, а также устраняет большинство запахов, включая табачный дым.

Благодаря высокоэффективной технологии обеззараживания воздуха работа сплит-системы совместно с таким модулем гарантирует абсолютно новый уровень комфорта и экологии пространства.

Работа модуля обеззараживания воздуха основана на фотокаталитическом окислении органических соединений на поверхности нан



Фотокаталитический элемент

окристаллического диоксида титана под действием мягкого УФ-излучения (320–405 нм). Фотокаталитический элемент из пористого кварцевого стекла в виде пластин прямоугольной формы (патента № PCT/RU2012/001086) применяется для инактивации всех типов микроорганизмов и удаления из обрабатываемого воздуха летучих органических загрязнителей. При попадании на поверхность фотокаталитического элемента любого органического загрязнения происходит его полное окисление до безвредных составляющих без накопления на фотокаталитическом фильтре.

Фотокаталитический элемент на основе пористого стеклянного носителя позволяет объединить механическую фильтрацию и адсорбцию с фотокаталитическим окислением, что обеспечивает максимальную эффективность фотокатализа в целом.

Процесс окисления интенсивен уже при комнатных температурах, и нет разницы, окисляется при этом органическая молекула, аэрозольная частица или бактерия. В результате окисления образуются в основном углекислый газ и вода. К настоящему времени существует информация о фотокаталитическом окислении более 24000 видов органических соединений.

Не могу не остановиться также на стремлении некоторых застройщиков к устройству центральных систем кондиционирования в МКД. Это достойно уважения, когда они идут на такое осознанное решение в пользу потенциальных покупателей. Только один совет: центральное кондиционирование, да, впрочем, и децентрализованное, несовместимо с открывающимися в теплый период года окнами из-за отсутствия механической вентиляции.

КОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА 2020
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ №7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ РАБОТЫ ВЕНТИЛЯЦИИ В БОЛЬНИЦАХ: КОНТРОЛЬ НАД ВИРУСНЫМИ ИНФЕКЦИЯМИ ПРИ МАКСИМАЛЬНОМ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ

Кевин Гросскопф, Ph.D., профессор College of Engineering (Durham School of Architectural Engineering and Construction), член ASHRAE;
Эхсан Мусави, University of Nebraska in Lincoln, член ASHRAE

Обычное американское лечебное учреждение потребляет в 3–5 раз больше энергии, чем такого же размера офисное здание. Более чем две трети общего объема энергопотребления уходит на обслуживание климатических установок и поддержание требуемого качества воздуха в помещениях. Несмотря на это, в больницах США вирусные инфекции ежегодно уносят более 90 000 жизней и обходятся в сумму от 28 до 45 млрд долларов.

Поэтому в одной из больниц были проведены исследования, цель которых – выявить локализацию и пути перемещения твердых частиц, находящихся в воздухе, а также определить зависимость их концентрации от направленного потока воздуха и кратности воздухообмена.

Суть эксперимента

Для того, чтобы лучше понять зависимость между распространением заболеваний, передающихся воздушно-капельным путем, и работой системы вентиляции, в одной из больниц было организовано наблюдение за движением направленного потока воздуха и кратностью воздухообмена. Цель исследования – определить пути ограничения распространения и удаления твердых микрочастиц, находящихся в воздухе, из разных больничных зон: из общей палаты (рис. 2, тест 1); из изолятора для больных, инфицированных воздушно-капельным путем (рис. 2, тест 2); из коридора, расположенного в больничном покое, в который выходят двери 30 палат (рис. 2, тест 3). Чтобы приблизить условия к обстановке реальной эпидемии, аналогичной эпидемии атипичной пневмонии (SARS), вспыхнувшей в Гонконге и Торонто в 2003 году, решено было повысить вероятность возникновения заболеваний, передающихся воздушно-капельным путем, у значительного количества пациентов и медработников, для чего провести исследования непосредственно в больничных палатах.

Исследуемое больничное отделение было оснащено единой системой воздухораспределения с постоянным расходом воздуха. Специализированная система подачи приточного воздуха поставляла очищенный воздух напрямую в коридоры и изоляционные блоки для больных, инфицированных воздушно-капельным путем (далее – изолятор), и не напрямую в фэнкойлы в каждую палату.

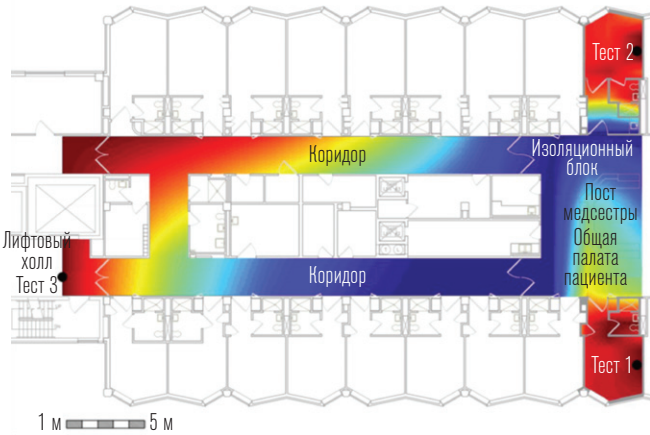


Рис. 2. Движение твердых частиц в воздухе в больничных покоях (возможность заражения)

ОБ АКТУАЛЬНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ РАБОТЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И ПЕРЕДАЧИ ИНФЕКЦИИ ВОЗДУШНО-КАПЕЛЬНЫМ ПУТЕМ

В больницах, несмотря на эксплуатацию большого количества электронного и электротехнического медоборудования, потребляющего значительные объемы электроэнергии, самыми энергоемкими являются системы ОВК – отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (рис. 1).

Поддержание требуемой кратности воздухообмена позволяет ограничить распространение и удалять вредные вещества, такие как летучие органические вещества, микрочастицы и инфекции, передающиеся воздушно-капельным путем. Под такими инфекциями подразумеваются все заболевания, переносимые частицами размером < 5 мкм по воздуху на дальние расстояния.

Согласно стандарту ASHRAE/ASHE 170–2008, в изоляторах для инфицированных пациентов должно поддерживаться отрицательное давление не менее 2,5 Па относительно смежных зон, а кратность воздухообмена должна быть 2 $ч^{-1}$, общая кратность 12 $ч^{-1}$ (6 – для конкретных объектов). В отличие от изоляторов общие палаты и коридоры не требуют такого перепада давления по отношению к смежным зонам, но должны иметь кратность наружного воздухообмена 2 $ч^{-1}$ и общую от 4 до 6 $ч^{-1}$.

Кратность воздухообмена может снизить как концентрацию, так и время воздействия на пациентов и медработников патогенных микроорганизмов. Давление воздуха, создающее направленный воздушный поток, может влиять на передвижение патогенов между палатами, коридорами и другими зонами больницы.

Однако имеющихся данных недостаточно для актуализации действующих стандартов, регулирующих работу системы вентиляции в медучреждениях. Из 183 проведенных с 1960 по 2005 год эпидемиологических исследований, результаты которых доступны ученым всего мира, только 40 работ о заболеваниях, передающихся воздушно-капельным путем, включали в себя данные по вентиляции. Из них только 10 работ, демонстрирующие явную связь между потоком воздуха и передачей заболеваний, распространяющихся воздушно-капельным путем, признаны международной комиссией инженеров и эпидемиологов заслуживающими доверия.

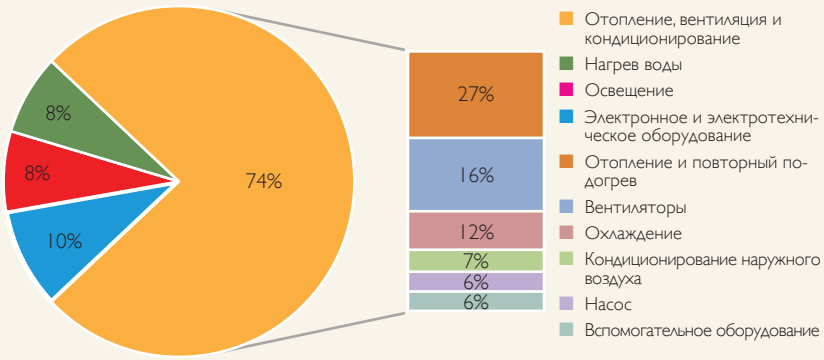


Рис. 1. Энергопотребление в больницах от различных источников

Определяемые показатели и методы измерений

Измерение скоростей воздуха в сечении приточного воздуховода и воздухораспределительной решетки (фото 1) показало, что скорость потока наружного воздуха (40,1 л/с) и вытяжного воздуха (40,6 л/с) в общей палате сбалансированы и с кратностью воздухообмена, который равен 2 $ч^{-1}$, и с соотношением нейтрального давления воздуха в коридоре. Аналогичные измерения в изоляторе показали, что расход вытяжного воздуха (102,9 л/с) превышает расход приточного воздуха (64,7 л/с), в результате чего кратность воздухообмена равна 5 $ч^{-1}$ и в изоляторе поддерживается отрицательное давление воздуха 2,5 Па по сравнению с коридором. Соотношения давлений между тамбуром и изолятором протестированы не были. Наблюдения за расходом приточного воздуха и его объемной однородностью в общей палате (137,5 ppm) и в изоляторе (120,5 ppm) проводились по стандартному методу испытаний ASTM E741[1] с применением индикаторного газа (SF_6).

Во время тестирования систематически определялись температура внутреннего воздуха, его относительная влажность и плотность. Также тремя метеорологическими станциями, расположенными за пределами палат, фиксировались скорость и направление ветра, количество осадков, температура и относительная влажность наружного воздуха и барометрическое давление.

При проведении каждого теста имитировался процесс дыхания зараженного пациента путем систематического впрыскивания в воздух аэрозоля из минерального масла (полиалифатический олефин), насыщенного на 85 % водой (с постоянной скоростью 15 мг на 0,4 л/с воздуха)[2]. Данный аэрозоль, содержащий частицы со средним аэродинамическим диаметром (d_a) от 3 до 10 мкм[3], распрыскивался на высоте 0,8 м (на уровне лежащего на кровати пациента) в каждой палате и в лифтовом холле в конце больничного коридора (рис. 2). Измерения концентрации частиц проводились на высоте 0,6, 1,2 и 1,8 м от уровня пола (фото 2). Всего в каждой палате было по 12 точек отбора проб, плюс еще 31 точка в коридорах больницы на высоте около 3,0 м (рис. 2).

Показания снимали с интервалом 30 с в ходе проведения каждого теста, длившегося 4–5 ч. Перед началом тестирования все оборудование и инструменты были откалиброваны по требованиям стандарта ASHRAE 52.2.

В начале эксперимента входные двери в тестируемых палатах были закрыты, а двери в санузел – открыты. За 30 мин до начала распыления аэрозоля в палатах и коридорах больницы определялась фоновая концентрация атмосферных частиц, находящихся в воздухе (табл. 1).

Фото 1. Измерения потока воздуха в больничном коридоре

Фото 2. Аэрозольный генератор и оборудование для снятия проб частиц в изоляционном блоке

Таблица Минимальные требования для системы вентиляции в операционных комнатах, согласно стандарту ASHRAE 170–2017

	Тест 1 общая палата	Тест 2 изоляционный блок / изолятор	Тест 3 коридоры между палатами
0:00–0:30	определение фоновой концентрации	определение фоновой концентрации	определение фоновой концентрации
0:30–1:00	начало распыления	начало распыления	начало распыления
1:00–1:30	сбор проб	сбор проб	сбор проб
1:30–2:00	сбор проб	сбор проб	сбор проб
2:00–2:30	сбор проб	сбор проб	сбор проб
2:30–3:00	сбор проб	сбор проб	сбор проб
3:00–3:30	входная дверь открыта	сбор проб	сбор проб
3:30–4:00	дверь в санузел закрыта	дверь в тамбур открыта	сбор проб
4:00–4:30	распыление окончено	входная дверь открыта	сбор проб
4:30–5:00		распыление окончено	распыление окончено

[1] American Society for Testing and Materials (сокращенное название – ASTM International) – Американское международное общество по испытаниям и материалам – некоммерческое объединение, которое формирует технические стандарты для услуг, материалов, продукции и систем. Стандарты ASTM носят рекомендательный характер и принимаются добровольно.

[2] Выбранная производительность основана на результатах других исследований, использующих синтетические респираторные аэрозоли.

[3] Распределение частиц в аэрозоле по размерам основано на результатах других исследований, показавших, что дыхательная активность человека (кашель, чихание и т. д.) колеблется от 500 до 10 000 частиц диаметром d_a ~ 0,1–15,0 мкм.

Когда начинался впрыск аэрозоля, техник каждые 30 мин ненадолго заходил в тестируемую палату (всего шесть раз), открывая и закрывая входные двери, имитируя движение медработников, обслуживающих пациентов. После шестого входа в палату и до конца тестирования дверь из коридора в палату оставляли открытой. Аналогично оставалась открытой до конца тестирования дверь из тамбура в изолятор. Через полчаса дверь, ведущая из коридора в тамбур изолятора, была оставлена открытой до конца испытаний. Распыление аэрозоля прекращалось спустя 30 мин после второй смены положения двери, и пробы собирались еще в течение 30 мин (табл. 1). Во время проведения тестирования двери в коридорах, разделяющие лифтовый холл и зону палат, были закрыты. Все двери глухие, непрозрачные, без вентиляционных решеток или оконных проемов.

Анализ результатов эксперимента

Зоны с пациентами

В зонах с пациентами (общая палата и инфекционный изолятор) при продолжительной подаче аэрозоля и постоянной вентиляции было достигнуто стационарное состояние: твердые частицы < 5 мкм оставались равномерно распределены с концентрацией, превышающей фоновый уровень в 1,4–1,7 раза, на расстоянии 3 м от места распыления (от зараженного пациента). Концентрация твердых частиц < 5 мкм в воздухе в общей палате с кратностью воздухообмена 2 $ч^{-1}$ незначительно снизилась в среднем на 6,1 % на расстоянии 3 м от места распыления, а в изоляторе с кратностью воздухообмена 5 $ч^{-1}$ повысилась в среднем на 8,2 % на расстоянии 3 м от места распыления. Возможно, повышение концентрации произошло из-за турбулентного или краткозамыкающего потока воздуха между приточным и вытяжным воздушными каналами.

Таким образом, изменение кратности воздухообмена не является эффективным методом снижения концентрации твердых частиц в воздухе в палатах. Точнее, увеличение кратности воздухообмена с 2 до 5 $ч^{-1}$ наружного воздуха снизило концентрацию твердых частиц < 5 мкм в среднем только на 30 % (рис. 3). Для сравнения: концентрация частиц ≥ 5 мкм в общей палате быстро снижалась с увеличением расстояния, приближаясь к значению фоновой концентрации на расстоянии менее 2 м от точки впрыска аэрозоля. Это произошло, предположительно, под действием гравитационного и поверхностного осаждения.

В изоляторе концентрация твердых частиц ≥ 5 мкм осталась выше уровня фоновой концентрации на расстоянии примерно 3 м, опять же, скорее всего, под влиянием более высокой кратности воздухообмена и турбулентного смешения воздушных потоков. Использование волокнистого фильтра рециркуляционного воздуха (MERV < 4) для снижения концентрации твердых частиц в воздухе в общей палате признано бесполезным, так как у фильтров данного типа для частиц ≤ 10 мкм эффективность фильтрации < 20 %.

В коридоре, когда входная дверь в общую палату закрыта, уровень концентрации твердых частиц в воздухе остается практически на уровне фоновой концентрации, а когда техник заходит в тестируемое пространство (каждые 30 мин), наблюдается небольшой выброс твердых частиц (рис. 4). Когда же входную дверь оставили открытой (t = 3:00), был зафиксирован значительный выброс твердых частиц < 5 мкм из дверного проема в коридор, несмотря на нейтральное соотношение давлений воздуха между общей палатой и коридором (рис. 4). Менее чем через 5 мин концентрация твердых частиц < 5 мкм существенно увеличилась на посту медсестры, на расстоянии 5 м от дверного проема в общую палату (рис. 5), а спустя

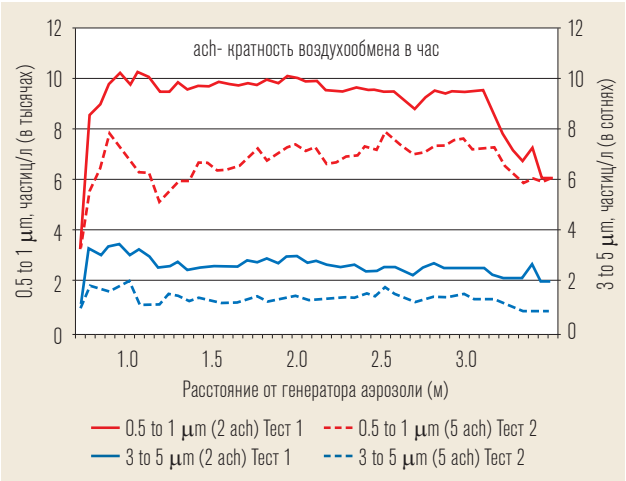


Рис. 3. Зависимость концентрации частиц от кратности воздухообмена в палате

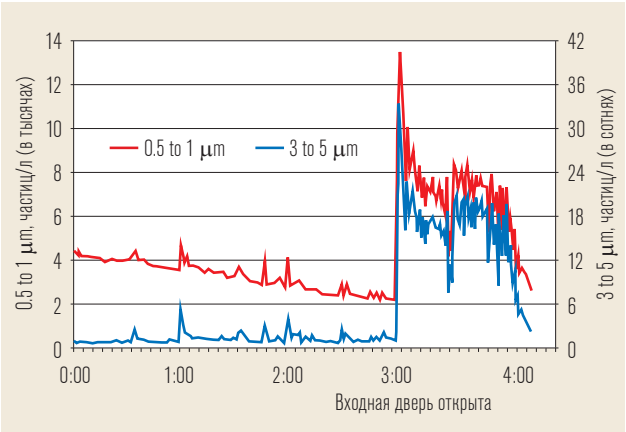


Рис. 4. Зависимость концентрации частиц от положения входной двери в общей палате

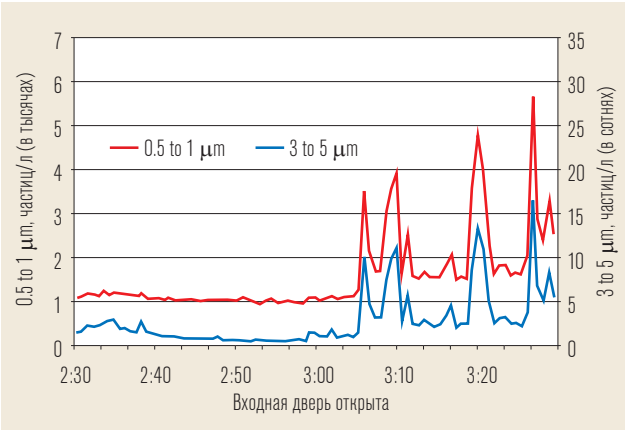


Рис. 5. Концентрация частиц на посту медсестры (5,0 м) и в общей палате

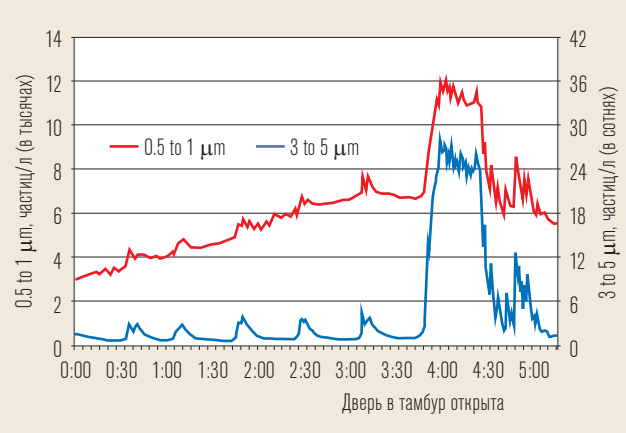


Рис. 6. Концентрация частиц на посту медсестры (5,0 м) и в общей палате

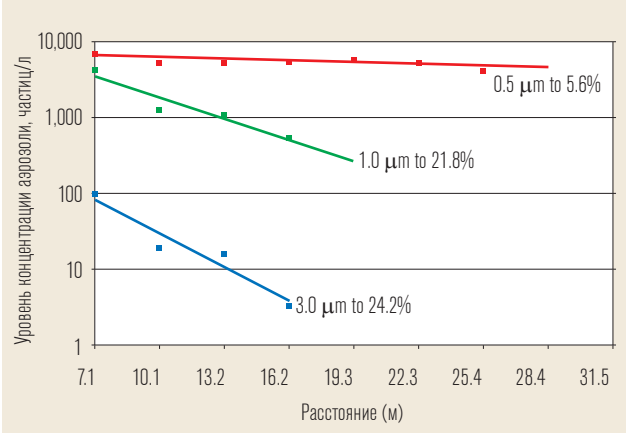


Рис. 7. Зависимость концентрации частиц в коридорах от удаленности

15 мин незначительное количество твердых частиц < 5 мкм было обнаружено на входе в изолятор, то есть на расстоянии 10 м от общей палаты. Концентрация более крупных частиц ≥ 5 мкм ни на посту медсестры, ни на входе в изолятор по сравнению с фоновым уровнем значительно не увеличилась.

Когда входная дверь в палату и дверь тамбура были закрыты, концентрация твердых частиц как в коридоре, так и в тамбуре оставалась практически на фоновом уровне. Небольшой нерегулярный выброс твердых частиц в воздухе отмечался в тамбуре во время входа техника в тестируемое пространство каждые 30 мин (рис. 6). Значительного выброса твердых частиц из тамбура в коридор не наблюдалось. Когда внутренняя дверь тамбура оставалась открытой (t = 3:30), был зафиксирован значительный выброс твердых частиц < 5 мкм из изолятора в тамбур, несмотря на нейтральное соотношение давления воздуха между этими зонами (рис. 6).

Где-то через 30 мин после открытия двери между тамбуром и изолятором дверь тамбура в коридор была также оставлена открытой. В результате отмечен лишь эпизодический рост концентрации твердых частиц < 5 и ≥ 5 мкм в коридоре. Это свидетельствует о том, что отрицательное давление воздуха 2,5 Па между тамбуром и коридором (внутренний поток воздуха от коридора к тамбуру) является эффективным средством блокировки выброса твердых частиц в коридор.

Коридоры больницы

В коридорах концентрация твердых частиц размером < 5 мкм постепенно снижается с удалением от источника заражения, однако оставаясь выше фоновых значений иногда на расстоянии более 25 м. Концентрация твердых частиц размером ≥ 5 мкм быстро снижается, падая ниже значений фоновой концентрации уже на расстоянии 3 м или даже менее от точки впрыска аэрозоля. Среди твердых частиц < 5 мкм концентрация частиц 0,5 мкм снижается в среднем на 5,6 % каждые 3 м от места впрыска и остается выше фонового уровня на расстоянии до 26 м. Концентрация частиц от 1,0 до 3,0 мкм снижается еще быстрее: в среднем на 21,8–24,2 % каждые 3 м от места распыления, оставаясь выше фонового уровня только на половине расстояния, преодолевамого частицами 0,5 мкм (рис. 7). Никаких существенных различий в концентрациях частиц размером 0,5 мкм в зависимости от высоты отбора проб или близости к палатам не наблюдалось. Однако значения концентрации частиц размером от 1,0 до 3,0 мкм были выше на всех высотах отбора проб со стороны коридоров у палаты, особенно в коридоре, примыкающем к изоляторам с отрицательным давлением (рис. 2).

Основные выводы

Итак, подводя итог, можем констатировать, что изменение кратности воздухообмена не позволяет эффективно снижать концентрацию твердых частиц в больничных палатах. Так, повышение кратности воздухообмена с 2 до 5 $ч^{-1}$ снизило концентрацию твердых частиц размером < 5 мкм в среднем только на 30 %. А вот направленный поток воздуха оказался эффективным способом ограничения передвижения твердых частиц из общих больничных палат в граничащие с ними коридоры. Нейтральное давление воздуха между общей палатой и коридором и между изоляционным блоком и тамбуром успешно ограничивает передвижение твердых частиц < 5 мкм при условии, что дверь между этими зонами закрыта. Отрицательное давление 2,5 Па между тамбуром и коридором также признано эффективным в ограничении движения твердых частиц < 5 мкм вне зависимости от местоположения или движения двери.

Также отмечено, что местоположение двери, ее открытие, а также перемещение медицинского персонала в значительной степени влияют на распространение твердых частиц в палатах и при определенных условиях могут предотвратить его.

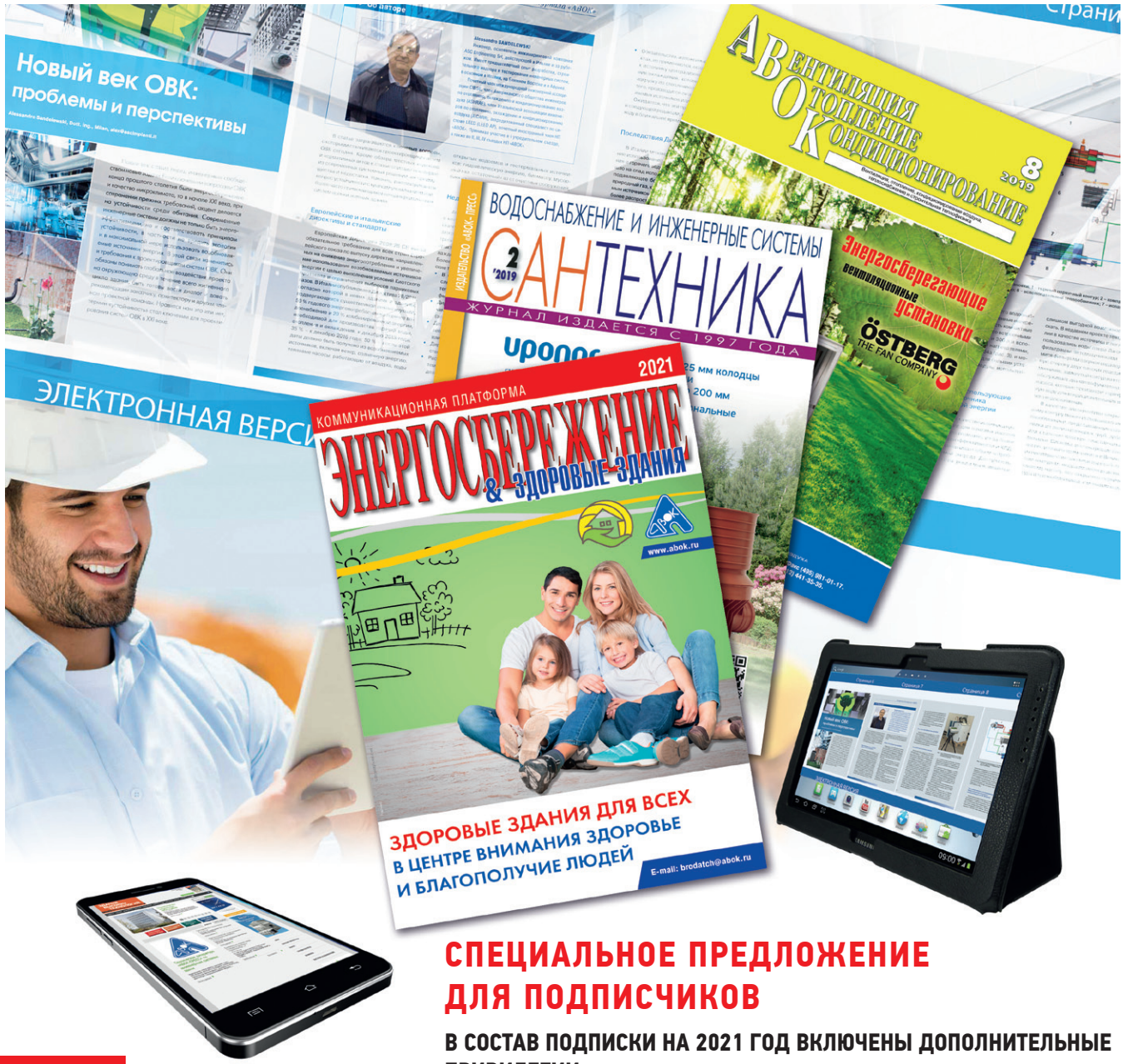
Отмечено, что размер частиц влияет на их движение в общих палатах и в коридорах. В коридорах твердые частицы < 5 мкм способны двигаться на значительное расстояние: более 25 м.

Результаты проведенного эксперимента в сопоставлении с другими аналогичными исследованиями могут помочь в определении оптимальных уровней вентиляции, которые позволили бы максимально увеличить контроль над распространением инфекций, передающихся воздушно-капельным путем, и в то же время снизить энергопотребление. ■

Статья публикуется с разрешения редакции ASHRAE Journal. Оригинал статьи «Ventilation and Transport Bioaerosols in Health-Care Environments» опубликован в ASHRAE Journal, август 2014 г. ASHRAE не несет ответственность за точность перевода. Для того чтобы приобрести издание на английском языке, обратитесь в ASHRAE: 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329–2305 USA, www.ashrae.org

ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ ЖУРНАЛОВ ПО КАТАЛОГУ В ЛЮБОМ ОТДЕЛЕНИИ ПОЧТЫ РОССИИ

«АВОК» П3855 **«Энергосбережение» П3858** **«Сантехника» П3754**



СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПОДПИСЧИКОВ

В СОСТАВ ПОДПИСКИ НА 2021 ГОД ВКЛЮЧЕНЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРИВИЛЕГИИ:

1. доступ к электронной версии свежих номеров журналов, одновременно с их выходом из типографии;
2. особые условия на приобретение технической литературы;
3. регулярное оповещение об изменениях и поправках в нормативной документации;
4. приоритет при размещении научной статьи в журнале «АВОК» (включен в перечень ВАК);
5. доступ к электронному архиву статей, опубликованных во всех номерах журналов;
6. возможность бесплатно участвовать в вебинарах АВОК.

ПОДПИСКА

Реклама

ПОДПИСКА НА САЙТЕ
Оформить подписку на наши журналы вы можете на сайте **www.abok.ru**

ПОДПИСКА РЕДАКЦИОННАЯ
С любого номера на любой журнал! Для оформления счетов звоните по тел.: (495) 107-91-50 или пишите podpiska@abok.ru

ПОДПИСКА ЧЕРЕЗ АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ АГЕНТСТВА
Спрашивайте об условиях подписки в альтернативных агентствах в вашем городе. Перечень агентств смотрите на нашем сайте www.abok.ru

АВОК Вентиляция Отопление Кондиционирование 2020 №3

Представляющийся наиболее вероятным возбудитель атипичной пневмонии (так называемый коронавирус) очень похож на возбудитель обычной простуды, и пути его распространения также очень похожи. Инфекция передается в первую очередь воздушно-капельным путем с аэрозольной массой, выдыхаемой заболевшим, особенно с кашлем и чиханием. По этой причине главное внимание уделим способам предотвращения заражения через воздух, т.е. непосредственно системам воздухоподготовки. Данный материал публиковался ранее в журнале «АВОК» (№ 4, 2004), но не утратил своей актуальности и будет полезен специалистам.

Системы воздухоподготовки в инфекционных отделениях больниц

C. Vergani

Эффективное изолирование пациентов с вирусной инфекцией дыхательных путей требует скрупулезного соблюдения целого ряда требований. Некачественная система воздухоподготовки может свести на нет все усилия врачей и подвергнуть серьезнейшей опасности как медицинский персонал, так и пациентов.

Введение

Атипичная пневмония (Severe Acute Respiratory Syndrome – SARS) в 2003 году унесла жизни почти 800 человек. Этой болезнью переболели около 8000 человек более чем в 30 странах мира. Во время эпидемии в ряде стран местные медицинские учреждения были практически близки к коллапсу, власти даже были вынуждены подключать к работе военных медиков.

Для ликвидации последствий чрезвычайной ситуации в срочном порядке было организовано строительство дополнительных медицинских объектов из быстровозводимых конструкций. Такие сооружения, как и вообще любой объект, предусмотренный для госпитализации пациентов с особо опасными инфекциями, должны отвечать некоторым специфическим требованиям организации воздухоподготовки, которые мы опишем в статье ниже. Строго говоря, системы воздухоподготовки имеют фундаментальное значение в предотвращении распространения вируса в больничных палатах.

Представляющийся наиболее вероятным возбудитель атипичной пневмонии (так называемый коронавирус) очень похож на возбудителя обычной простуды, и пути его распространения также очень похожи. Инфекция передается в первую очередь воздушно-капельным путем с аэрозольной массой, выдыхаемой заболевшим, особенно с кашлем и чиханием. По этой причине главное внимание мы уделим способам предотвращения заражения через воздух, т.е. непосредственно системам воздухоподготовки.

Основные рекомендации Всемирной организации здравоохранения

Всемирная организация здравоохранения сформулировала основные требования, которые необходимо соблюдать при госпитализации больных с подозрением на атипичную пневмонию.

Больные с подозрением на атипичную пневмонию должны немедленно госпитализироваться и изолироваться предпочтительно следующим образом (в порядке убывания):

- в помещение с отрицательным давлением с закрывающейся дверью;
- в отдельную комнату с санузлом;
- в выделенную зону с независимой системой кондиционирования воздуха и отдельным санузлом.

В палатах, не оборудованных автономной системой кондиционирования воздуха, следует отключить центральную систему кондиционирования (если таковая имеется) и открыть окна (указанных больных следует по возможности помещать в палаты, окна которых не выходят на тротуары и в места скопления людей). Использовать любые барьеры, которые могут оказаться полезными в предотвращении распространения воздушно-капельной массы пациента как воздушным путем, так и путем непосредственного контакта.

Особое внимание необходимо уделить температурному режиму, т.е. следить, чтобы больной не переохлаждался: известно, что вирус, вызывающий

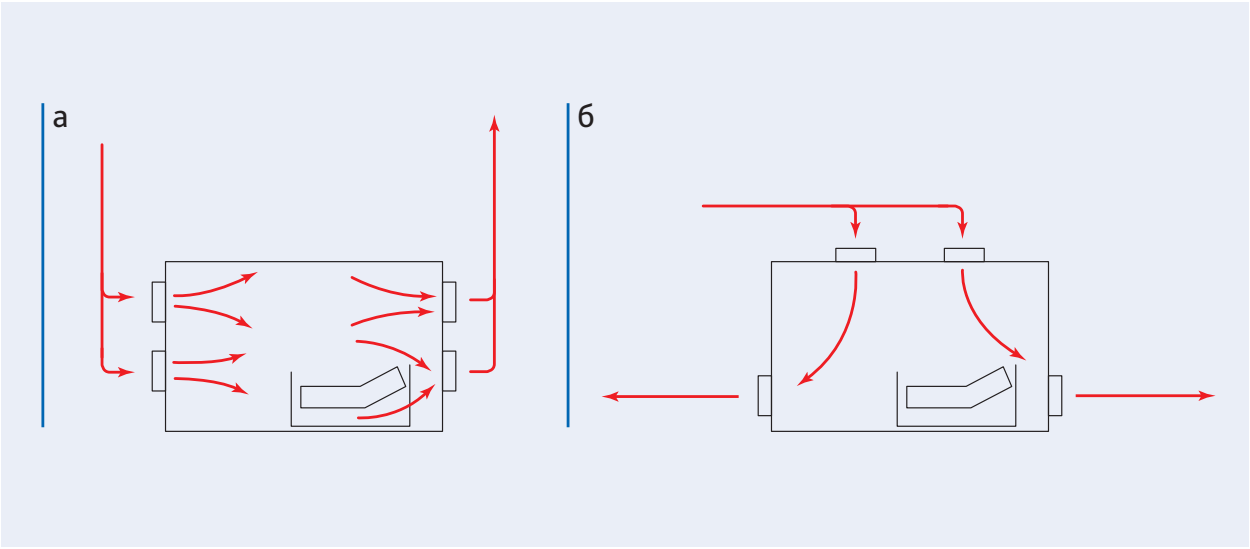


Рис. 1. Возможные направления потоков воздуха в инфекционном боксе: контуры подачи и отвода воздуха

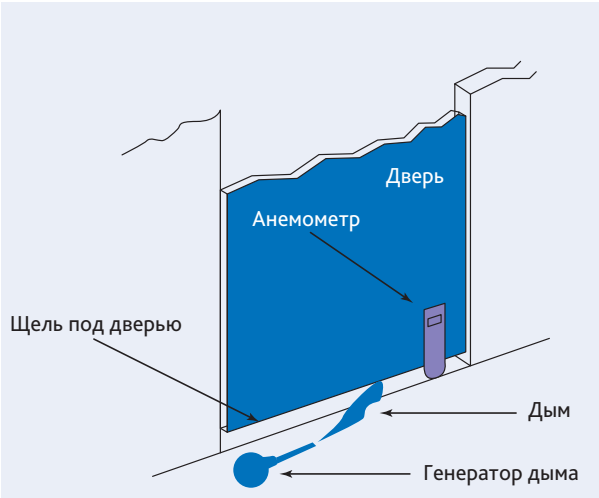


Рис. 2. Пример использования генератора дыма вблизи нижней кромки двери для проверки направления воздушного потока в палате с отрицательным давлением

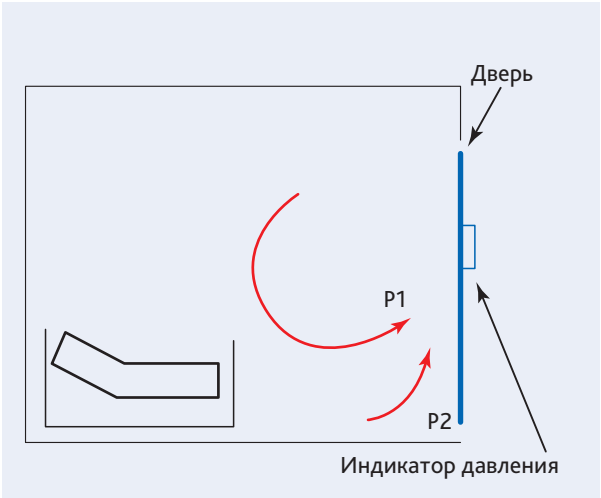


Рис. 3. Высота точки измерения отрицательного давления в палате

атипичную пневмонию, весьма чувствителен к теплу (при температуре выше 56 °С он быстро погибает), однако при относительно низких температурах его резистентность намного увеличивается (до трех недель при температуре 4 °С и до бесконечности при 0 °С). По этой причине в помещениях, где содержатся больные с подозрением на атипичную пневмонию, не следует искусственно охлаждать воздух, а, напротив, необходимо обеспечить эффективное проветривание механическим способом с целью как можно быстрее удалять из палат инфицированный аэрозоль.

Локализованная вытяжка

В целях предотвращения распространения инфицированного аэрозоля больного требуется использовать воздухозаградительные средства, такие как навесы и колпаки, оснащенные воздушной вытяжкой. При терапии атипичной пневмонии зачастую применяются специальные, полностью герметичные лечебные комбинезоны типа скафандра, обеспечивающие, в частности, успешное снабжение пациента кислородом – одна из первоочередных мер для лечения больного с нарушением функции дыхания в силу серьезного нарушения деятельности легких.

В более легком режиме изоляции кровать больного необходимо полностью окружить сплошной ширмой или портьерой из пленки с узким открытым проемом в верхней части, выведенным в канал централизованной вытяжки, либо в непосредственной близости от кровати больного следует установить вытяжной колпак, который будет эффективно удалять аэрозоль. Последнее решение применяется нечасто, поскольку для эффективной вытяжки требуется достаточно высокая скорость воздуха (около 3 м/с по бортам колпака), что неизбежно скажется на акустическом и тепловом комфорте. Сегодня имеются автономные вытяжные устройства, предназначенные для использования в закрытых объемах, которые оснащены фильтрами очень высокого качества и обеспечивают возможность рециркуляции в пределах непосредственной рабочей среды.

Система вентиляции

Полную дезинфекцию среды автономные вытяжные устройства обеспечить не могут. Для этого требуется действенная система вентиляции, которая была бы в состоянии производить регулярную смену воздуха на объекте.

На участках с повышенным риском (стационар, отделения терапии) рекомендуется использовать выделенные вентиляционные контуры для предотвращения риска распространения патогенных микробов в незащищенные зоны. Воздух забирается снаружи, проходит термическую обработку и подается в помещение. Отработанный воздух из помещения забирается, пропускается через систему фильтров тонкой очистки и только затем отводится наружу. На участках, где риск инфекции не такой высокий (это,

как правило, служебные помещения, окружающие участки повышенного риска), можно использовать обычную централизованную систему вентиляции при условии строжайшего соблюдения фундаментального правила: между такими зонами необходимо всегда оставлять градиент отрицательного давления, чтобы полностью исключить возможность поступления зараженного воздуха в незараженную зону. Есть только одно исключение, и оно касается помещений, где непосредственно сами пациенты подвергаются риску подхватить еще одну инфекцию, – это операционные: в них давление должно всегда оставаться положительным в отношении смежных комнат. Чтобы обеспечить надлежащее обеззараживание, требуются большие кратности воздухообмена (не менее 12 $ч^{-1}$). Случается, особенно после проведения реконструкции здания либо после капитального ремонта помещений, что имеющееся оборудование с большим трудом обеспечивает требуемые кратности воздухообмена. В таких случаях допускается частичная рециркуляция при условии применения системы фильтров тонкой очистки (до 50 % необходимого общего объема воздуха).

Определенную очистку воздуха могут обеспечивать автономные переносные устройства, оснащенные отдельным вентилятором и фильтрами тонкой очистки.

Некоторые модели комплектуются даже стерилизующими лампами ультрафиолетового освещения. Но размещение такой системы в палате создает ряд проблем. Корректная установка требует тщательного расчета равномерности воздушных течений. После установки перемещать систему уже нельзя. По этой причине гораздо предпочтительнее потолочные системы, идеальные с точки зрения пространственных решений и не требующие сложных приводных механизмов.

Естественно, большие кратности воздухообмена могут оказаться совершенно бесполезными, если использовать их некорректно. В частности, необходимо следить, чтобы между приточными и вытяжными струями не возникало своего рода «коротких замыканий», а также по возможности стараться не допускать образования застойных зон.

В идеале воздух должен подаваться в палату как можно дальше от пациента, однородным потоком пересекать все помещение, по пути перемешиваясь с воздухом среды, и забираться непосредственно вблизи больного. Таким образом производится эффективная прогрессивная «промывка» помещения в направлении от более чистого к менее чистому воздуху.

На самом деле некорректное расположение приточных и вытяжных устройств вкупе с неудачно расположенными предметами мебели может вполне снизить эффективность проветривания до опасного уровня. По этой причине, помимо грамотно рассчитанного проекта, необходимы тщательные замеры на этапе пусконаладочных испытаний. Например, при помощи переносного генератора дыма можно наглядно выяснить эффективность перемешивания приточного воздуха с воздухом помещения, а также проверить помещение на наличие застойных зон.

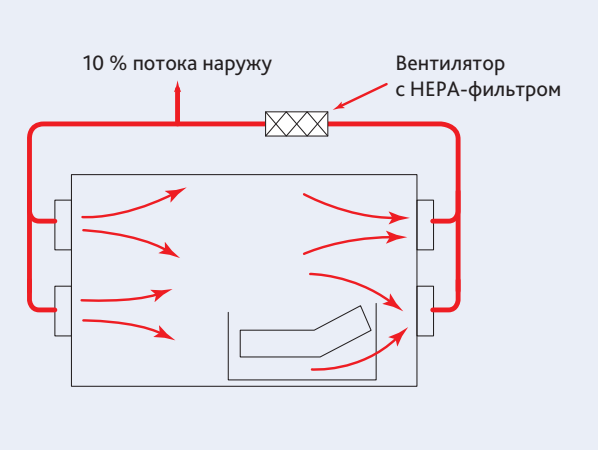


Рис. 4. Система воздухоподготовки на базе сети воздушных каналов с HEPA-фильтрами. Определенная часть воздуха (около 10 %) отводится наружу

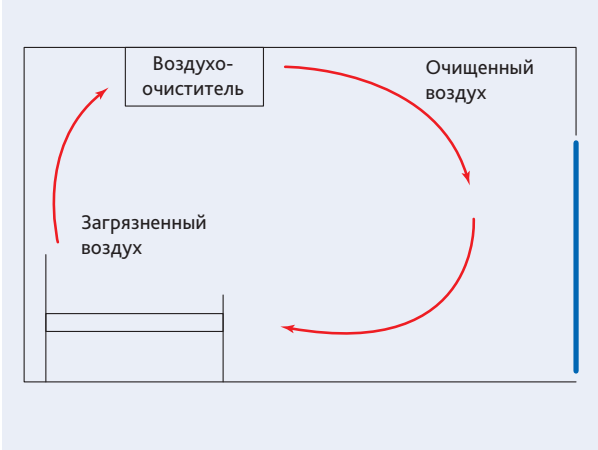


Рис. 5. Система очистки воздуха посредством фиксированного устройства потолочного типа

Каким образом обеспечивается эффективный перепад давления? Теоретически для поддержания постоянного течения воздуха из одного помещения в другое нужно иметь совсем небольшой перепад давления. Чтобы получить его, вытяжка должна превышать приток на 10 %. В некоторых случаях для обеспечения необходимого перепада давления следует провести поиск утечек воздуха и при необходимости заделать такие места (оконные переплеты, водопроводные сливы, не оборудованные сифоном и т. п.).

Двери палаты должны оборудоваться возвратным механизмом, чтобы время на закрытие двери было минимальным. Некоторые системы вентиляции оснащаются функцией автоматического увеличения мощности вытяжки на время открывания двери палаты. Наличие входного тамбура предоставляет дополнительную возможность предотвратить утечку аэрозоля. Такой тамбур, в свою очередь, может быть вентилируемым и невентилируемым. Важно, чтобы в любом случае сохранялся градиент отрицательного давления между палатой и смежными помещениями.

Контроль перепада давления

При закрытых дверях и включенной системе вентиляции можно проверить, имеются ли в палате воздушные течения, образуемые перепадом давления. Здесь также поможет переносной генератор дыма. Струя дыма, направленная в щель под дверью, должна быстро исчезнуть за порогом. Если же этого не происходит – дым всасывается очень медленно или вообще стоит, необходимо отрегулировать соотношение мощностей подачи и отвода воздуха и обеспечить герметичность помещения для восстановления необходимого уровня разрежения.

Отрицательное значение давления можно постоянно контролировать при помощи дифференциальных электронных манометров, которые в случае аварии либо системной недостаточности подают сигнал тревоги. Сигнал тревоги подается также в том случае, когда входная дверь слишком долго не закрывается. Критичным фактором является месторасположение датчика давления: идеальное место для него будет в непосредственной близости от щели под дверью. Ошибочно этот датчик часто

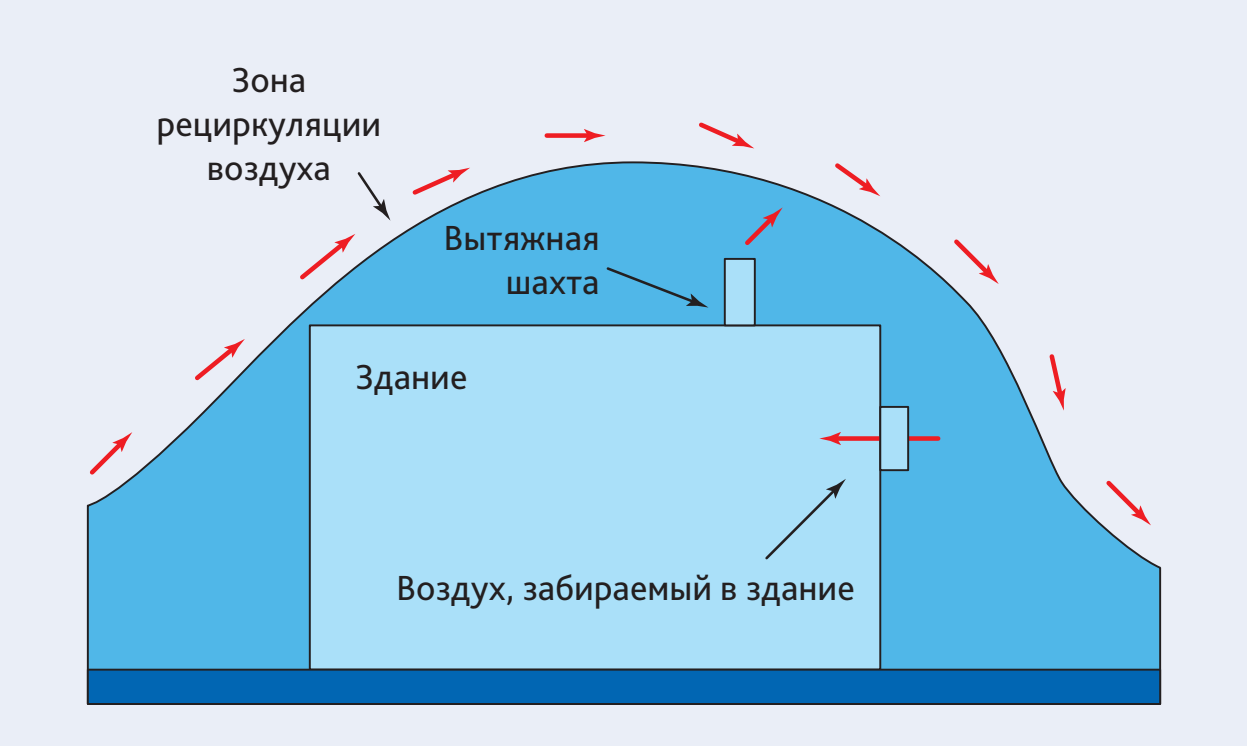


Рис. 6. Зона рециркуляции воздуха вокруг здания. Отвод зараженного воздуха должен производиться через шахты, высота которых превышает высоту зоны рециркуляции

* HEPA Filter, High Efficieny Particulate Air Filter – высокоэффективный аэрозольный фильтр.

размещают рядом с манометром, который обычно устанавливают в дверную перекладину. Может так случиться, что из-за определенной конфигурации воздушных течений на этой высоте перепад давления будет отрицательным, а ниже окажется нейтральным либо даже положительным.

Выбор фильтров

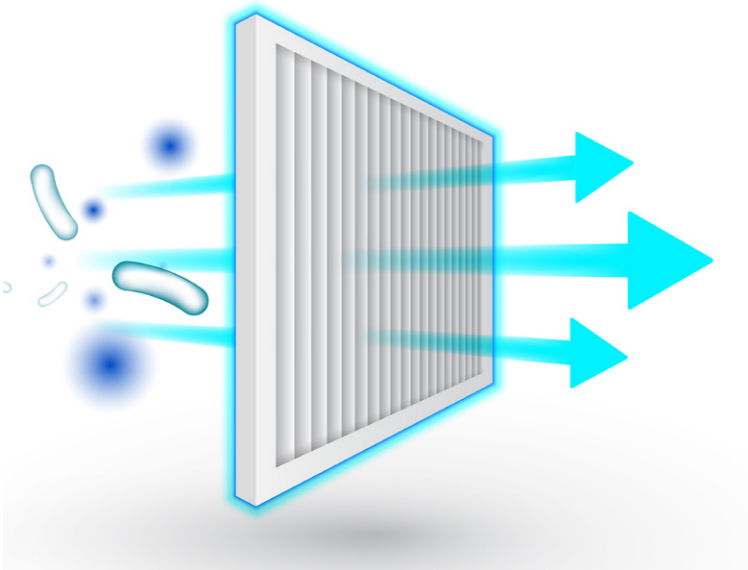
Аэрозоль, выдыхаемый пациентами, с точки зрения фильтрации имеет вполне определенные характеристики. Он состоит из капель, имеющих диаметр от 1 до 10 микрон.

Отфильтровать такого рода загрязнители не так уж сложно для фильтров класса HEPA*, обеспечивающих захват 99,7 % частиц диаметром от 3 микрон. Такие фильтры обладают высокой очищающей способностью и повсеместно используются, в том числе и в медицинских учреждениях. Их применяют как для очистки рециркуляционного воздуха, так и для обеззараживания удаляемого воздуха.

Если вытяжная система оборудована утилизатором тепла (при таких кратностях воздухообмена, как в больнице, утилизация тепла используется очень часто), перед утилизатором обязательно следует ставить фильтр тонкой очистки воздуха, чтобы в контуре за ним работал очищенный воздух. Кроме того, это предотвращает возможные поломки, часто вызываемые повреждением поверхностей теплообменника.

На практике такие фильтры, при условии корректной установки, могут привести воздушную среду в состояние, когда количество частиц диаметром более одного микрона опустится ниже порога чувствительности обычных средств измерения. Однако, чтобы добиться таких результатов, надо, во-первых, очень тщательно подойти к расчету проекта и, во-вторых, самое пристальное внимание уделить вопросам технического обслуживания сети.

Перед HEPA-фильтром обязательно ставятся «расходные» фильтры предварительной очистки. Это может продлить срок службы самого HEPA-фильтра до 10 раз. Два последовательных фильтра предварительной очистки с эффективностью 90 % вполне окупают расходы на приобретение, поскольку надежно предохраняют HEPA-фильтр от наиболее крупных частиц. Блоки фильтрации всегда и везде должны работать в зоне пониженного давления. Рамки фильтров должны оставаться абсолютно герметичными. Для этого их регулярно осматривают. Рамки некоторых современных моделей фильтров



имеют гелевое покрытие, обеспечивающее отличную герметичность контуров. Если монтажные прокладки резиновые, их регулярно меняют вместе с фильтрами. Для проведения работ по техобслуживанию персонал обеспечивается спецодеждой и дыхательными аппаратами. Использованные фильтры упаковываются в герметичные пакеты и уничтожаются путем сжигания в специальных установках, желательно непосредственно в медицинском учреждении. После каждой плановой замены фильтров эффективность работы сети проверяется при помощи специального оборудования.

Меры безопасности при выбросе зараженного воздуха

В случае выхода из строя фильтрующих элементов внутри объекта имеется целый ряд различного рода барьеров, препятствующих распространению патогенных веществ. А вот последствия утечки зараженного воздуха наружу могут быть самыми катастрофическими. По этой причине оконечные участки вытяжных каналов должны размещаться как можно дальше от точки забора воздуха, а также мест, посещаемых людьми и животными. Кроме того, во избежание попадания в здание удаленного зараженного воздуха вытяжные шахты должны иметь высоту, превышающую высоту зоны турбулентности, образуемой ветрами вокруг здания. Эти меры может заменить установка на участке перед отводом воздуха наружу HEPA-фильтра.

Перепечатано с сокращениями из журнала «Costruire Impianti». Перевод с итальянского С. Н. Булекова. Научное редактирование выполнено Н. В. Шилкиным, канд. техн. наук; 2004 год.

АВК Вентиляция Отопление Кондиционирование 2020 №5

Инженерное оборудование в борьбе с распространением коронавирусной инфекции COVID-19

Редакция журнала обратилась к экспертам за разъяснениями некоторых положений временных методических рекомендаций Министерства здравоохранения России «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)» и распоряжения Правительства Московской области № 40-р от 29.05.2020 «Об утверждении Стандарта организации работы объектов розничной торговли, реализующих непродовольственные товары на площади торгового зала до 400 м^2, в целях недопущения распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19)».

Временные методические рекомендации Министерства здравоохранения России «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 7 (3 июня 2020 г.)».

Согласно пп. 7.5 «Применение максимально возможных режимов естественной вентиляции (постоянного максимально возможного проветривания) позволяет достичь резкого снижения концентрации инфекционного аэрозоля в воздухе помещений и, соответственно, резко снизить риск распространения инфекций через воздух».

МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

Антон Першин, канд. техн. наук, генеральный директор ООО «Аэролайф»

– Давайте разбираться поэтапно, и, главное, опираясь на существующие нормативные документы.

Начнем с мнения о «пользе» проветривания в инфекционных боксах и палатах. На самом деле это недопустимо! В случае применения естественной вентиляции очень высок риск заражения случайных людей как в больнице, так и вокруг нее. Напомним, что COVID-19 распространяется воздушно-капельным путем, то есть с потоком воздуха. Именно поэтому в инфекционных больницах, а также и в палатах, где находятся больные, необходимы управление потоками воздуха, его очистка и полное обеззараживание.

Рассмотрим действующие требования к лечебным учреждениям по вентиляции и микроклимату помещений.

1. ГОСТ Р 52539–2006 «Чистота воздуха в лечебных учреждениях. Общие требования».

Данный документ «устанавливает требования к чистоте воздуха в помещениях лечебных учреждений и методам ее обеспечения средствами вентиляции и кондиционирования воздуха».

Прежде всего в стандарте приведена классификация помещений лечебных учреждений: помещения для инфицированных больных, в том числе для больных с подозрением на наличие инфекций, передаваемых воздушно-капельным путем, выделены в отдельную группу (группа 5). Согласно документу приоритетом для данной группы помещений «является защита персонала и остальных больных. Воздух из этих помещений не должен поступать в смежные помещения»:

- п. 5.9 «Требования к помещениям группы 5 (изоляторы)» гласит: «В помещениях группы 5 должна быть обеспечена отдельная система вентиляции с применением при необходимости вытяжных фильтров класса H13. <...> Для уменьшения расхода приточного воздуха и обеспечения заданной кратности воздухообмена могут использоваться автономные устройства очистки воздуха»;
- п. 6.4 «Автономные устройства очистки воздуха»: «В помещениях групп 3–5 с целью увеличения кратности воздухообмена, снижения нагрузки на центральный кондиционер и обеспечения перепада давления воздуха (положительного или отрицательного) могут применяться автономные устройства очистки воздуха с финишными фильтрами класса не ниже F9. <...> Для обеспечения более высокого уровня чистоты в помещении устройства могут иметь финишные фильтры классов H12, H13 и H14».

Проще говоря, помещение, где могут находиться инфицированные больные, должно быть оборудовано отдельной вытяжной вентиляцией с системой очистки и обеззараживания. А для увеличения кратности воздухообмена применяются автономные системы высоких классов фильтрации.

2. СанПиН 2.1.3.2630–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность».

Еще один действующий документ регламентирует требования к вентиляции, микроклимату и воздушной среде помещений в медицинских учреждениях. Требования данного СанПиН предписывают:

- п. 6.9. «Проектирование и эксплуатация вентиляционных систем **должны исключать перетекание воздушных масс из “грязных” помещений в “чистые”»**. Подчеркнем,

ни о каком проветривании помещений для инфицированных больных и речи нет, ведь проветривание – по сути, это и есть то самое «перетекание воздушных масс», которое СанПиН впрямую запрещает;

- п. 6.18 вторит ГОСТу: «В инфекционных, в том числе туберкулезных отделениях, вытяжные вентиляционные системы оборудуются устройствами обеззараживания воздуха или фильтрами тонкой очистки»;
- п. 6.19 «Боксы и боксированные палаты оборудуются автономными системами вентиляции с преобладанием вытяжки воздуха над притоком и установкой на вытяжке устройств обеззараживания воздуха или фильтров тонкой очистки. При установке обеззараживающих устройств непосредственно на выходе из помещений возможно объединение воздуховодов нескольких боксов или боксированных палат в одну систему вытяжной вентиляции»;
- п. 6.24 «Воздух, подаваемый в помещения чистоты классов А и Б, подвергается очистке и обеззараживанию устройствами, обеспечивающими эффективность инактивации микроорганизмов на выходе из установки не менее чем на 99 % для класса А и 95 % для класса Б, а также эффективность фильтрации, соответствующей фильтрам высокой эффективности (Н11–Н14). Фильтры высокой очистки подлежат замене не реже 1 раза в полгода, если другое не предусмотрено инструкцией по эксплуатации».

Если кратко суммировать все нормативы, получается, что, для того чтобы минимизировать риск передачи инфекции воздушно-капельным путем в медицинском учреждении, необходимо обеспечить:

1) создание отрицательного давления в инфекционных боксах с полным обеззараживанием вытяжного воздуха;

2) очистку и обеззараживание вытяжного, приточного и рециркуляционного воздуха в приемном покое, больничных палатах и кабинетах врачей, а также в «чистых помещениях»;

3) обеззараживание воздуха в коридорах медицинского учреждения.

ДОКУМЕНТ

Правительство Московской области издало Распоряжение № 40-р от 29.05.2020, в котором утвердило стандарты работы непродовольственных магазинов площадью до 400 м^2 в период пандемии. Торговые точки, соблюдающие стандарты, могут начать работать с 1 июня. Стандарты накладывают на руководство непродовольственных магазинов Московской области следующие обязанности, в том числе в части профилактических мероприятий в отношении посетителей:

- организовать применение в помещениях с постоянным нахождением работников бактерицидных облучателей воздуха рециркуляторного типа, разрешенных к использованию в присутствии людей;
- осуществлять регулярное проветривание (каждые два часа) рабочих помещений в случае естественной вентиляции. При наличии вентиляции с механическим побуждением обеспечить ее обслуживание специализированными организациями с применением дезинфицирующих средств не реже 1 раза в неделю. Исключить использование систем кондиционирования.

МНЕНИЕ ЭКСПЕРТОВ

Сергей Минаков, технический директор ООО «Климатек Инжиниринг»

– В данном документе предусмотрен полный отказ от систем кондиционирования. Эта мера слишком радикальна. Составители данного стандарта руководствовались тем, что кондиционер

(а именно его внутренний блок), по сути, является существенным источником размножения и распространения микробов вирусов и бактерий. Однако нужно не забывать и о соблюдении требований СанПиН к температуре в торговых помещениях. В летний период без использования устройства кондиционирования не обойтись. Для соблюдения требований данного стандарта и требований СанПиН необходимо использовать системы кондиционирования, не способствующие распространению и размножению микроорганизмов, например вентиляторные доводчики/фанкойлы гигиенического исполнения TW-F с интегрированными ультрафиолетовыми лампами. Применение данного типа устройств позволит обеспечить комфортную и безопасную работу объектов розничной торговли. При этом, так же как и системы принудительной вентиляции, фанкойлы необходимо обслуживать не реже одного раза в неделю.

Михаил Амелькин, директор по развитию продуктов научно-исследовательской и производственной компании «TION Корпоративные решения»

– К сожалению, документы не содержат ссылок на нормы и рекомендации по подбору обеззараживателей воздуха. В условиях пандемии при выборе оборудования для любого типа помещений следует обращаться к нормам по обеспечению инфекционной безопасности воздушной среды в медицинских учреждениях. Они предполагают следующие требования к оборудованию: эффективность инактивации микроорганизмов не менее чем 95–99 %, а также уровень фильтрации, соответствующий фильтрам классов H11 (E11) – H14. При выборе модели также необходимо изучить информацию о производительности: для эффективного снижения рисков перекрестного инфицирования прибор должен обеспечить 1–3-трехкратную замену воздуха в час. Например, при высоте потолков 5 м (характерно для торговых залов) на 100 м^2 нужен прибор производительностью 500 м^3/ч для однократного воздухообмена.

Для небольшой кухни ресторана может подойти автономный рециркулятор-обеззараживатель, который крепится к стене или устанавливается на мобильную подставку. Для магазинов и залов для гостей ресторанов стоит выбирать более производительные обеззараживатели, которые устанавливаются на открытых потолках. Они монтируются в течение нескольких часов, энергоэффективны, обладают более высокой эффективностью обеззараживания, не занимают торгово-выставочное пространство, не требуют большого числа розеток.

В последнее время в НП «АВОК» поступает много обращений с просьбой разъяснить особенности работы систем вентиляции в действующих больничных зданиях. Наиболее часто встречается вопрос следующего содержания: *«Просьба помочь разобраться в вопросе необходимости отключения систем вентиляции в больнице при выявлении или подозрении на наличие в ней коронавируса.*

Больница оснащена приточно-вытяжной вентиляцией с механическим побуждением. Фильтрация двухступенчатая G4 и F7, в операционных залах и реанимационных – дополнительно H14.

Руководство обязует отключать вентиляцию при подозрении на коронавирус, что уже несколько раз было сделано. Ни в одном СанПиН и СП не содержатся разъяснения, что в подобных случаях вентиляция должна отключается».

МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

– Мы не рекомендует останавливать систему вентиляции.

1. Отключение вентиляции в операционных залах и реанимационных может привести к негативным последствиям по ряду причин.

Артем Серегин, генеральный директор
ООО «Климатек Инжиниринг»

В первую очередь остановка и запуск системы вентиляции негативно влияют на работу HEPA-фильтров и на бактерицидную среду. Патогенные организмы, которые фильтр удерживает в процессе рабочей нагрузки, могут начать размножение во время остановки системы вентиляции. Более того, поскольку фильтры создают большой перепад давления и могут быть сильно изношены в процессе эксплуатации, запуск системы вентиляции после ее остановки может спровоцировать проскоки и залповые выбросы накопленных патогенных организмов в воздуховод.

После полной остановки системы вентиляции абсолютные фильтры (HEPA, EPA), установленные в системе вентиляции, рекомендуется заменить с соответствующей обработкой участков воздуховода и самих корпусов фильтров.

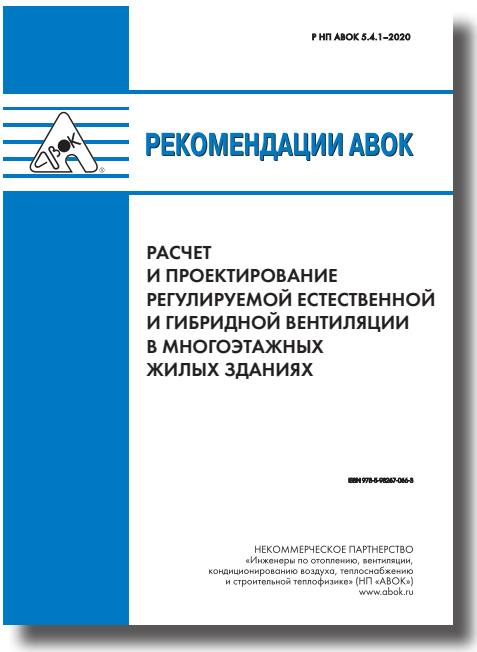
При отключении системы вентиляции в операционных залах и реанимационных нарушается баланс давлений, необходимый для обеспечения чистоты помещений: воздушные потоки начинают неконтролируемое движение, соответственно, понятие «стерильная зона» полностью размывается.

2. Если в медицинском учреждении нет боксированных/изолированных палат, где можно разместить пациентов с подозрением на коронавирус, то необходимо перенастроить систему вентиляции в выбранном под карантинную зону отделении/блоке, а именно:

- при переоснащении отделений, ранее не предназначенных для инфекционных больных, необходимо перенастроить систему вентиляции. Необходимо также создать разряжение в местах пребывания больных, т.е. предусмотреть преобладание вытяжного воздуха над приточным, тем самым исключить перетекание инфекции с воздушными потоками в смежные помещения. Особенно важно перенастроить систему вентиляции в отделениях с ярко выраженным положительным балансом приточного воздуха над вытяжным, а именно в реанимационных отделениях, отделениях интенсивной терапии, и тем самым локализовать возможную зону распространения инфекции внутри медицинского учреждения;
- при размещении двух больных и более в одной палате/помещении изголовья кроватей желательно располагать непосредственно у вытяжных решеток, чтобы исключить распространение инфекции в помещении;
- одновременно с перенастройкой системы вентиляции на входе в отделения желательно создать разделяющий тамбур-шлюз с большим подпором приточного воздуха, с воздухообменом не менее 10-кратного. Воздухообмен в коридоре переоснащенного отделения должен быть положительным воздух из коридора должен перетекать в палаты с инфицированными больными, а ни в коем случае не наоборот;
- по возможности вытяжную систему, обслуживающую помещения с инфицированными больными, следует оснастить системой обеззараживания воздуха.

Дополнительно мы рекомендуем ознакомиться с практическими рекомендациями **Р НП «АВОК» 7.8–2019 «Проектирование инженерных систем лечебно-профилактических учреждений»**, где можно найти ответы практически на все вопросы, связанные с созданием и эксплуатацией систем вентиляции.

РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК 5.4.1–2020
«РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕГУЛИРУЕМОЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ И ГИБРИДНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ»



Рекомендации представляют собой инструмент, позволяющий проектировщику решить задачи аэродинамического расчета системы естественной и гибридной регулируемой вентиляции, подбора оборудования, расчета энергопотребления и определения потенциала энергосбережения при применении указанных систем по сравнению с системами нерегулируемой вентиляции.

В рекомендациях приведены различные схемы организации регулируемой естественной и гибридной вентиляции в многоэтажных жилых домах. Приведено описание гибридной вентиляции с низконапорными вентиляторами, устанавливаемыми на оголовок вентиляционного канала, эжекторных систем, систем со стато-динамическими дефлекторами. Приводятся требования к материалам и оборудованию – приточным и вытяжным устройствам, переточным устройствам, вентиляторам, воздуховодам, надплитным зонтам. Приведены примеры техничеких решений, учитывающих переменные расходы воздуха.

Реклама

РЕКОМЕНДАЦИИ НП «АВОК»
+7 (495) 621-8048, доб. 218 s.mironova@abok.ru abokbook.ru

КОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА 2020
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ №8

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ КЛИМАТИЗАЦИИ БОЛЬНИЦ:

ОСОБЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К МИКРОКЛИМАТУ ОПЕРАЦИОННЫХ И ПАЛАТ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ

David Schurk, член ASHRAE, директор по стратегическим вопросам здравоохранения, Carrier Corporation (Denver)

Для многих помещений в больницах требуются особые технические и конструктивные решения, которые обусловлены высокой инфекционной опасностью, присутствием пациентов с ослабленным иммунитетом, наличием специального медицинского оборудования, необходимостью проведения уникальных лечебных процедур, а также высокой энергоемкостью инженерных систем. Именно для операционных и палат интенсивной терапии эффективная работа климатических систем имеет колоссальное значение, поскольку необходимо минимизировать распространение инфекции, сохраняя при этом комфортные условия для медперсонала и способствовать выздоровлению пациентов.

Важным аспектом при создании комфортного микроклимата в операционных является правильная комбинация значений температуры и относительной влажности воздуха в помещении. Для выбора оптимальной комбинации при проектировании систем ОВК во внимание должны приниматься как минимальные требования стандарта ASHRAE 170 (см.*)), так и пожелания хирургов и их ассистентов. В Руководстве ASHRAE по проектированию системы ОВК для больниц [2] отмечается, что жалобой номер один в адрес инженеров-проектировщиков является невозмож-

ность поддерживать низкие температуры воздуха в операционной. Для решения данной проблемы необходимо при проектировании операционных комнат прислушиваться к мнению хирургов, анестезиологов, инфекционистов и младшего медицинского персонала, а также не оставлять без внимания классификацию операционных и сопутствующие этому требования.

*) СТАНДАРТ ASHRAE 170–2017 «ВЕНТИЛЯЦИЯ В МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ»

Стандарт ASHRAE 170 [1] считается основой проектирования вентиляции в медицинских учреждениях. Это руководство, включающее в себя набор минимальных требований по проектированию системы вентиляции, которая сможет обеспечить контроль за параметрами микроклимата, поддерживая в медицинских учреждениях необходимый уровень комфорта, дезинфекции и дезодорации.

Стандарт определяет только минимальные требования по проектированию, которые не гарантируют (ввиду индивидуальных особенностей пациентов) создание в операционной комфортного микроклимата, успешно обеспечивающего контроль переноса инфекции.

Температура и относительная влажность воздуха в операционных

В данной статье делается акцент на зоны, требующие воздуха с низким содержанием влаги, однако это не означает, что поддержание «очень сухого» воздуха является решением проблемы. Важно помнить, что успешной работе и созданию комфортного микроклимата способствует полезный для здоровья уровень увлажнения воздуха в помещении в комбинации с заданным значением внутренней температуры. В начале проектирования одним из первых шагов является задание требуемых значений температуры и влажности микроклимата, которые можно расценивать как главные условия комфорта и благополучия пользователей помещений.

Требуемый диапазон температур для операционной составляет от 20 до 24 °C по сухому термометру (DB), а уровень относительной влажности должен сохраняться в диапазоне 20–60 % (см. *), табл. 1). Отметим, что это минимальные требования.

Слишком высокая влажность может снизить потоотделение человека, в результате чего возникнет ощущение, что в помещении теплее, чем на самом деле. Помимо этого, влажный воздух способствует росту плесени и грибка в помещении. С другой стороны, сухой воздух негативно воздействует на людей с респираторными заболеваниями, а также может стать причиной сухости кожи, вызывающей дискомфорт. Воздух с относительной влажностью ниже 40 % способствует увеличению числа инфекционных больных.

Верхний порог относительной влажности в операционных – 60 %. Обратим внимание, что это значение в некоторых случаях, так же как и температура, может быть слишком высоким для работы хирургов и медперсонала, которые обычно облачены в защитные костюмы, препятствующие отводу тепла и пота от тела. В данном случае низкие значения относительной влажности (и температуры) создают условия, облегчающие удаление человеческого пота и тепла через многочисленные слои одежды. Некоторые хирургические операции могут требовать специального уровня относительной влажности, который будет способствовать, например, затвердеванию ортопедического цемента и клея или недопущению образования конденсата в воздухе, на поверхностях чувствительных медицинских устройств.

Определение оптимального микроклимата в операционных

Стандарт ASHRAE 170 предписывает, чтобы системы ОВК при эксплуатации в штатном режиме были способны поддерживать в помещениях параметры микроклимата согласно табл. 1 (см. *)). Более низкая или высокая температура может быть разрешена только в случае, когда этого требуют комфорт пациентов и/или медицинские условия. Руководство [2] отмечает, что важно определить требования медперсонала по уровню температур и влажности воздуха и обеспечить их выполнение системами ОВК.

Часто хирурги просят, чтобы в операционной было прохладнее, когда на самом деле им требуется более сухой воздух. Как бы то ни было, температура и относительная влажность в конечном итоге могут стать показателями, которые «заказывает» медперсонал для тех или иных процедур. Руководством проектировщику может служить табл. 2, но до начала проектирования систем ОВК следует уточнить различные моменты с врачами.

На основании имеющегося опыта можно утверждать, что практикующие хирурги предпочитают более прохладный (15,5–17,8 °C) и менее влажный (40–50 %) воздух в операционных. Без четкого понимания требований персонала больницы проектировщику следует по умолчанию разработать как можно более гибкую систему ОВК, которая сможет при необходимости обеспечить более прохладную и су-

Таблица 1 Параметры проектирования в больницах [1, таблица 7.1]

Функция помещения	Отношение давления к прилегающей зоне	Минимальная кратность воздухообмена, $ч^{-1}$		Количество вытяжного воздуха в комнате	Воздух, циркулируемый объемными блоками на комнату	Проектируемая	
		наружная	общая			относительная влажность, %	температура, °C
Операционная	Положительное	4	20	Не определено	нет	20–60	20–24

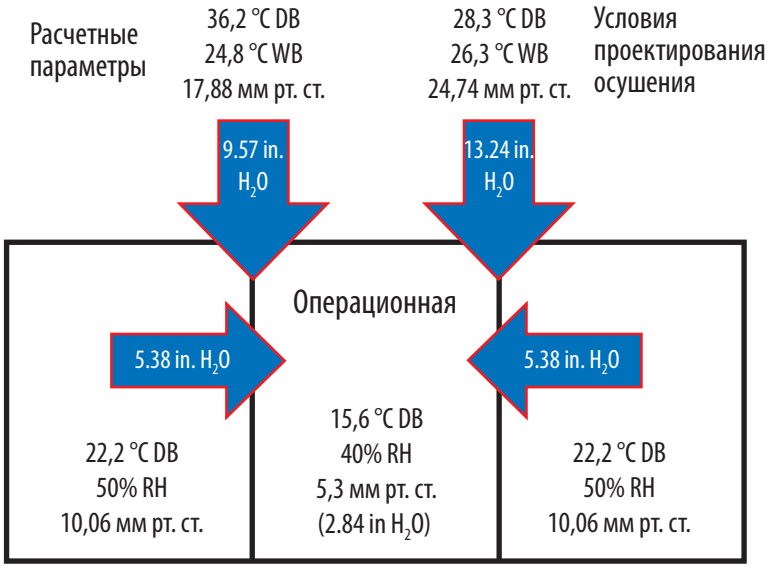


Рис. Потенциальная разница давления из-за испарений вдоль строительных компонентов операционной.

хую среду. Вне зависимости от того, какие параметры микроклимата в помещении считаются приемлемыми, система ОВК должна быть способна обеспечить необходимое количество приточного воздуха для поддержания заданного уровня температуры и относительной влажности.

Анализ нагрузок систем ОВК в операционной

При проектировании операционных чрезвычайно важно выполнить тщательный анализ всех нагрузок, связанных с поддержанием требуемого микроклимата (пониженные температура и влажность), а также учесть требования по вентиляции воздуха, инфильтрацию, внутренние источники тепла и другие факторы, влияющие на мощность системы ОВК. Анализ нагрузок в операционной – это довольно прозрачный процесс, за исключением некоторых моментов.

Один из важных аспектов – это необходимость четко определить скрытые составляющие, обусловленные перепадом давлений между операционной и прилегающими к ней помещениями. Перепад давлений между зонами возникает из-за разности влагосодержания. Заметим, что влагосодержание не изменяется при изменении температуры воздуха (выше температуры точки росы).

Это может создать существенный движущий фактор, который является одной из причин миграции влаги из смежных помещений в операционную (рис.). Учитывайте, что фильтрация воздуха и его сопутствующая нагрузка должны проникнуть сквозь неплотности конструкции, где водяной пар может рассеяться сквозь всю поверхность элемента конструкции (инфильтрация), задерживаясь только согласно классу проницаемости и из-за любого рода сопротивления под воздействием влагоизоляции. Во многих внутренних стенах и потолках больниц, а также некоторых наружных ограждающих конструкциях нет встроенной влагоизоляции. Если она и есть, то, как правило, довольно слабая или значительно поврежденная. Операционная, находящаяся под положительным давлением на разницу потока воздуха +0,01 in. H_2O/0,0025 кПа (+0,0007 in. Hg vp)[1], практически не может предотвратить попадание внутрь более влажного воздуха из зон с более высоким давлением; перепад давления способствует миграции водяного пара, как и в случае с проникновением влаги сквозь строительные материалы.

Важно понимать, что недооценка при расчете мощности ОВК количества влаги, которая потенциально способна мигрировать в операционную, может негативно сказаться в ходе эксплуатации климатических систем, спроектированных для прохладного и сухого воздуха.

Аналогично этому следует учесть нагрузку, связанную с другими внешними и внутренними источниками влаги, включая людей. Анализ этой величины может выходить за рамки традиционного программного обеспечения для расчета нагрузки на ОВК в коммерческих зданиях, требуя дополнительной психрометрической оценки для подтверждения должного учета влажностного компонента нагрузки.

Другой критически важный компонент при анализе нагрузок – это влияние наружного вентиляционного воздуха. Требования по вентиляции наружного воздуха могут составлять более 40 % пиковой нагрузки на кондиционирование воздуха в операционной, в зависимости от климатической зоны. Таким образом, при определении

Таблица 2 Типовые требования для операционных комнат, согласно [2]

Тип медицинского помещения	Требования
Кардиология	Низкая температура воздуха, быстрый промежуточный подогрев, большое помещение
Ортопедия	Низкая температура воздуха, большое помещение, дополнительная фильтрация
Цистоскопия	Средний уровень температуры воздуха
Общая	Средний уровень температуры воздуха
Педиатрия	Высокая температура воздуха
Неврология	Низкая температура воздуха, большое помещение
Травматология	Высокая температура воздуха
Ожоговая	Высокая температура воздуха

[1] in. H_2O – дюйм водяного столба, in. Hg vp – дюйм ртутного столба.

суммарной мощности важны выбор параметров микроклимата, которые будут использованы в анализе нагрузок, и оценка требований к производительности системы ОВК.

Примеры использования типовых данных при анализе нагрузок

Опираясь на климатическую информацию, ASHRAE предоставляет пять блоков данных на выбор. Рассмотрим два из них.

Первый блок, охлаждение по сухому термометру (DB) / средняя совпадающая температура по мокрому термометру (MCWB) (Cooling Design Day, далее – CDD)[2]. Этот блок данных предпочтителен, когда поддержание заданных параметров внутреннего воздуха не имеет критичного значения, например при строительстве коммерческих зданий.

Второй блок, осушение точка росы (DP) / удельная влажность (HR) / средняя совпадающая температура по сухому термометру (MCDB), (Dehumidification Design Day, далее – DDD). Эти данные приобретают значение, когда параметры микроклимата очень важны: требуется постоянно поддерживать в помещениях заданные значения относительной влажности, особенно в периоды, когда высока влажность наружного воздуха, например в теплый летний день после дождя.

Продемонстрируем важность правильного выбора блока данных на примере метеосводок[3], составленных для аэропорта им. Джорджа Буша в Хьюстоне при 0,4 перцентиле:

- CDD: температура по сухому термометру 36,4 °C / средняя совпадающая температура по мокрому термометру 24,7 °C, что трансформируется в энтальпию 92,4 кДж/кг;
- DDD: точка росы 26 °C / удельная влажность 146,1 / средняя совпадающая температура по мокрому термометру 28,2 °C, что трансформируется в 99,51 кДж/кг.

Эта небольшая разница в теплоемкости кажется незначительной, но на самом деле имеет колоссальное влияние на способность системы ОВК при необходимости соответствовать требованиям по покрытию более высоких скрытых нагрузок.

Мощность системы ОВК, необходимой для охлаждения 283 м^3/мин (4719 л/с) наружного воздуха по данным блока DDD до температуры приточного воздуха 11,1 °C (DB) / 10,5 °C (WB), в случае использования метеорологических данных блока CDD будет занижена примерно на 88 кВт скрытой холодопроизводительности и на 39 кВт общей холодопроизводительности. Эта ошибка может иметь губительные последствия (особенно для операционных), поскольку система ОВК не сможет обеспечить требуемые параметры микроклимата и уровень влажности в операционных повысится выше допустимого значения. Отметим, что при разработке спецификации оборудования на ОВК для инженера важно перечислить требования для CDD и для DDD и убедиться, что выбранное оборудование ОВК им соответствует.

Уравнение позволяет рассчитать скорость воздушного потока, необходимую для поддержания заданной влажности. Вне зависимости от способа расчета нагрузки при определении параметров микроклимата в операционной именно заданный в самом начале проектирования системы уровень контроля влажности (точка росы) поможет построить основу, благодаря которой будет спроектирована система ОВК нужной мощности.

$$Q = W_t / [d \cdot 60 \cdot (Mm - Mc)],$$

где Q – скорость воздушного потока, необходимая для удаления влаги из операционной (фунт^3/мин);

W_t – общее влагосодержание в операционной (г/ч);

d – плотность воздуха (фунт/фут^3);

60 – число минут в часе;

M_m – уровень контроля влажности в операционной (г/фут);

КОММЕНТАРИЙ К СТАТЬЕ

М. С. Трифонова, генерального директора ООО «Дельта Контролс»

Требования к обеспечению качества воздуха, перечисленные в статье «Энергоэффективные системы климатизации больниц: особые требования к микроклимату операционных и палат интенсивной терапии», предполагают на этапе проектирования особенное внимание к разработке системы автоматики и диспетчеризации, поскольку гибкое регулирование микроклимата в операционных и палатах возможно только при установке в них сетевых термостатов и VAV/VVT-контроллеров для поддержания заданных параметров. Подаваемый воздух должен регулироваться для доводки параметров (температура, влажность, давление) для конкретной операционной, причем значения этих параметров система диспетчеризации получает автоматически из медицинской информационной системы по каждому пациенту, которому проводят операцию. Ввиду того, что все подразделения больницы являются потребителями электроэнергии, а выделенная электросетями мощность, да и бюджет, как правило, не позволяют бесконечно наращивать количество оборудования, то система диспетчеризации должна обеспечить синергию в работе инженерных, охранных, медицинских и ИТ-систем, уменьшая энергопотребление, улучшая качество предоставления медицинских услуг и снижая расходы на эксплуатацию клиники.

КОММЕНТАРИЙ К СТАТЬЕ

А. П. Борисоглебской, председателя комитета НП «АВОК» по лечебно-профилактическим учреждениям, профессора МАрхИ

Статья представляет научно-практический интерес для специалистов: обосновывает необходимость создания гибких систем кондиционирования воздуха в операционных и других основных подразделениях больниц. Кондиционирование воздуха помещений операционных должно обеспечивать параметры микроклимата:

• комфортные для хорошего самочувствия персонала и больных;

• требуемые для медико-технологических процессов и работы медицинского оборудования;

• предотвращающие размножение бактериальной среды.

В статье приводятся расширенные требования к влажности воздуха помещений и даётся анализ влияния влажности не только на физиологию человека и технологию медицинского процесса, но и на скорость распространения инфекции. Статья может стать дополнением к существующим отечественным нормативным документам: СанПиН, СП 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования», ГОСТ Р 52539-2006 «Чистота воздуха в лечебных учреждениях. Общие требования», Рекомендациям НП «АВОК» 7.8-2019 «Проектирование инженерных систем лечебно-профилактических учреждений» и 7.8.1-2020 «Проектирование инженерных систем инфекционных больниц».

M_c – уровень влажности сухого воздуха, поставляемого в операционную (г/фут).

На большей территории США (и в других странах мира) климатические условия таковы, что в операционных требуется обязательное осушение воздуха. Однако в определенное время года может быть необходимо увлажнение, так как воздух в холодные зимние месяцы может стать слишком сухим. Аспект экологического контроля в данной статье не рассматривается.

Требования к системе ОВК

Важно, чтобы система ОВК была способна обеспечить требуемое количество приточного воздуха, необходимое для поддержания правильной комбинации температуры и влажности в операционных. Приведем пример того, как температура и влажность внутреннего воздуха влияют на систему ОВК (и как сама система ОВК может воздействовать на них).

Необходимо учитывать, что чиллер, поставляя охлажденную воду температурой 5,5 °С, не сможет обеспечить кондиционированный приточный воздух (в помещении) при температуре точки росы ниже 9,4 °С с охлажденной водой 3,8 °С для приближения к температуре приточного воздуха. Если предположить, что холодильная нагрузка в операционной традиционная, то самая низкая температура воздуха по сухому термометру, которой можно достичь в операционной, спроектированной с учетом поддержания в ней относительной влажности 50%, составляет примерно 22,2 °С.

Это показывает, что, хотя температура охлажденной воды может соответствовать требованиям по температуре, она остается недостаточно холодной, чтобы существенно осушить воздух и достичь удовлетворительного уровня относительной влажности. Это является недостатком для больниц, в которых предъявляются жесткие требования к параметрам воздуха в операционных.

Рекомендации при выборе системы ОВК

Примерные температуры охлажденной воды, которые должны быть установлены для того, чтобы поддерживать различные параметры воздуха в операционной, приведены в табл. 3. Очевидно, что выбор параметров микроклимата определяет как размеры устанавливаемой системы ОВК, так и ее тип (охлажденная вода, гликоль, осушитель). Конечно, табл. 3 не позволяет гарантировать правильный выбор требуемой производительности системы, для этого необходимо провести расчеты фактической пространственной нагрузки.

Центральный энергоблок для больниц проектируется, как правило, в расчете на традиционные температуры охлажденной воды на выходе, 5,5–6,6 °С. В случае, если больница в целом и операционные в частности питаются от трубопроводной сети центрального энергоблока, проблемы могут возрасти. Можно видеть (табл. 3), что существует ограниченный диапазон значений точек росы для операционных, которого можно достичь, используя температуры охлажденной воды выше 4,4 °С. Очевидно, что попытки обеспечить более прохладные и сухие условия не увенчаются успехом. В таких ситуациях возможны два пути.

Первый путь – снизить температуру охлажденной воды на выходе из центрального энергоблока, обслуживающего всю больницу. Хотя данное

[2] День проектирования охлаждения – это фактически «худший случай» для нагрузки на систему кондиционирования воздуха. «Наихудший» час этого дня определяет мощность оборудования, размеры вентиляторов, а затем и размеры воздуховодов.

[3] Предоставлена Всемирной метеорологической организацией: 722430.

Таблица 3 Температуры охлажденной воды и приточного воздуха, необходимые для обеспечения различных условий среды в операционных (на основе охлажденной воды с температурой 3,8 °C и выходящего воздуха)

Микроклимат в операционной			Температура наружного воздуха*, °C	Критичная температура воды*, °C	Промежуточный подогрев*, °C,	Охлажденная вода
Температура*, °C	Относительная влажность, %	Точка росы, °C				
21,1	50	10,3	8,6	4,7	9,8	да
21,1	40	7,0	5,3	1,4	13,1	гликоль
20,0	50	9,3	7,6	3,7	9,7	да
20,0	40	6,0	4,3	0,4	12,9	гликоль
18,9	50	8,3	6,6	2,7	9,6	да
18,9	40	5,0	3,3	–0,6	12,8	гликоль
17,8	50	7,2	5,6	1,7	9,5	да
17,8	40	4,0	2,3	–1,6	12,7	гликоль
16,7	50	6,2	4,6	0,7	9,4	гликоль
16,7	40	3,0	1,3	–2,6	12,6	не определено
15,6	50	5,2	3,5	–0,4	9,3	гликоль
15,6	40	2,0	0,3	–3,6	12,5	не определено

* По сухому термометру (DB).

решение устранит проблему в операционной, при этом увеличится расход энергии всего объекта примерно на 1,5–2,0% на каждые 0,56 °C снижения температуры (наряду с сопутствующим снижением производительности чиллера). Неоднократно принимались решения, что сопутствующее увеличение расхода энергии будет слишком большим или что существующие чиллеры не подходят по размеру для подъема/транспортировки/, необходим для обеспечения снижения температуры.

Второй путь – установить автономно работающую систему ОВК с осушенным приточным воздухом, обеспечивающую требуемые параметры микроклимата в операционной. Опции включают в себя обычную или гликолевую охлажденную воду, твердую или жидкую систему осушения. Конечно, самый оптимальный вариант – это сразу заложить в проект системы выполнение требований по микроклимату. Модернизация любых уже существующих инсталляций приводит к дополнительным затратам и необходимости временного перерыва в эксплуатации больницы.

При принятии решения о выборе типа системы ОВК можно воспользоваться нашими рекомендациями. Если требуемые на выходе температуры охлажденной воды и приточного воздуха выше точки замерзания, можно подключить привычную охлажденную воду. Это наименее затратное и оптимальное по энергопотреблению решение при условии обеспечения необходимых параметров микроклимата. Иногда необходимо вводить гликоль, что зависит от температуры всасывания хладагента – когда температура охлажденной воды на выходе приближается к точке замерзания или находится ниже ее.

Использование чиллера с гликолевым контуром – это еще одно не слишком затратное решение, которое, однако, нельзя назвать энергосберегающим.

Вызывают озабоченность ситуации, которые полностью исключают использование охлажденной воды, но оговаривают требования к температуре приточного воздуха, приближенной к 0 °C, стремясь предотвратить обледенение теплообменника и замерзание конденсата. Если температура уходящего приточного воздуха приближается к точке замерзания или находится ниже нее, необходимо рассмотреть технологии осушения.

Существует множество факторов, позволяющих сделать правильный выбор системы ОВК с учетом первоначальной стоимости, энергопотребления, эксплуатационных издержек, периода окупаемости, уровня сложности системы, требований по техническому обслуживанию и т. п. Однако этот вопрос находится за рамками данного обсуждения. Главный же вывод состоит в том, что при проектировании операционных необходимо как соблюдать действующие нормативные требования, так и использовать лучшие инженерные практики, позволяющие учесть пожелания медперсонала.

Литература

1. ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170–2017 Ventilation of Health Care Facilities.

2. ASHRAE. 2013. HVAC Design Manual For Hospitals And Clinics, 2nd ed. Atlanta: ASHRAE.

3. Taylor S., Hugentobler W. "Is low indoor humidity a driver for healthcare-associated infections" // Indoor Air. 2016. Paper 340: Session 98. www.isiaq.org/docs/Papers/Paper340.pdf. ■

Статья публикуется с разрешения редакции ASHRAE Journal. Оригинал статьи «Conditioning for the Environment of Critical Care Hospital Operating Rooms» опубликован в ASHRAE Journal, октябрь 2019 г. ASHRAE не несет ответственность за точность перевода. Для того чтобы приобрести издание на английском языке, обратитесь в ASHRAE: 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329–2305 USA, www.ashrae.org

АВОК Вентиляция Отопление Кондиционирование 2020 №5

Инженерное оборудование инфекционных больниц

Часть 1. Архитектурно-планировочные решения

М. М. Бродач, **вице-президент НП «АВОК»**
по направлению «Техническое нормирование, стандартизация и сертификация»
А. П. Борисоглебская, **председатель комитета НП «АВОК» по лечебным учреждениям**

Самое ожидаемое издание нормативного документа НП «АВОК» текущего года – Рекомендации АВОК «Проектирование инженерных систем лечебно-профилактических учреждений. Инфекционные больницы». В силу сложившихся жизненных обстоятельств 2020 года тема борьбы с распространением новой коронавирусной инфекции COVID-19 охватила умы всего человечества. Нужно сказать, что комитет НП «АВОК» по лечебным учреждениям запланировал разработку новых рекомендаций по инфекционным больницам еще в конце прошлого года в продолжение уже разработанных и опубликованных рекомендаций Р НП «АВОК» 7.8–2019 «Проектирование инженерных систем лечебно-профилактических учреждений». Творческий коллектив комитета НП «АВОК» принял это решение, упреждая будущие события, когда о пандемии не шло и речи, и попал в цель.

Первая редакция рекомендаций готова. Ниже представлены основные положения одной из важнейших глав данного документа «Санитарно-гигиенические и противоэпидемические требования к архитектурно-планировочным решениям инфекционных больниц (отделений) и их основным структурным элементам».

Инфекционная больница по функциональной структуре и медицинским технологиям отличается от других стационаров.

Наличие в здании помещений инфицированных больных, которые являются очагами эпидемиологической опасности, особенности медико-технологической организации лечебного процесса, а также компактность архитектурно-планировочных решений зданий приводят к близкому взаиморасположению в объеме одного здания помещений с различными классами чистоты и нормируемыми уровнями бактериальной обсемененности воздуха. Это определяет цели и задачи проектирования рассматриваемых в рекомендациях инженерных систем (систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха) инфекционных больниц.

Архитектурно-планировочные решения занимают главную позицию среди мероприятий, направленных на управление потоками воздуха, перетекающими между помещениями, и на предотвращение распространения инфекций в здании.

Архитектурно-планировочные решения должны обеспечивать поточно-пропускной принцип работы больницы – разобщение больных в объеме стационара в зависимости от вида инфекции. Планировка здания должна быть такова, чтобы больной при поступлении проходил по системе больничных помещений, не возвращаясь в те помещения, где уже побывал. Эти решения также должны минимизировать протяженность движения потоков больных, медицинского и обслуживающего персонала и некоторых процессов (например, перемещение медикаментов, перевязочных средств, продуктов питания, чистого, грязного белья и т.д.) между технологически связанными помещениями и по возможности исключать взаимное пересечение чистых и грязных потоков.

Внутренняя планировка здания инфекционной больницы должна иметь особенности, направленные на предупреждение распространения внутрибольничных инфекций. Основными структурными элементами инфекционных отделений являются: боксы, полубоксы, палаты. В рамках этой статьи остановимся подробнее на планировке бокса.

Бокс – это комплекс помещений, состоящий из четырех элементов: палаты для больного, наружного тамбура, санитарной комнаты (санитарного узла) и шлюза (**рис. 1–3**).

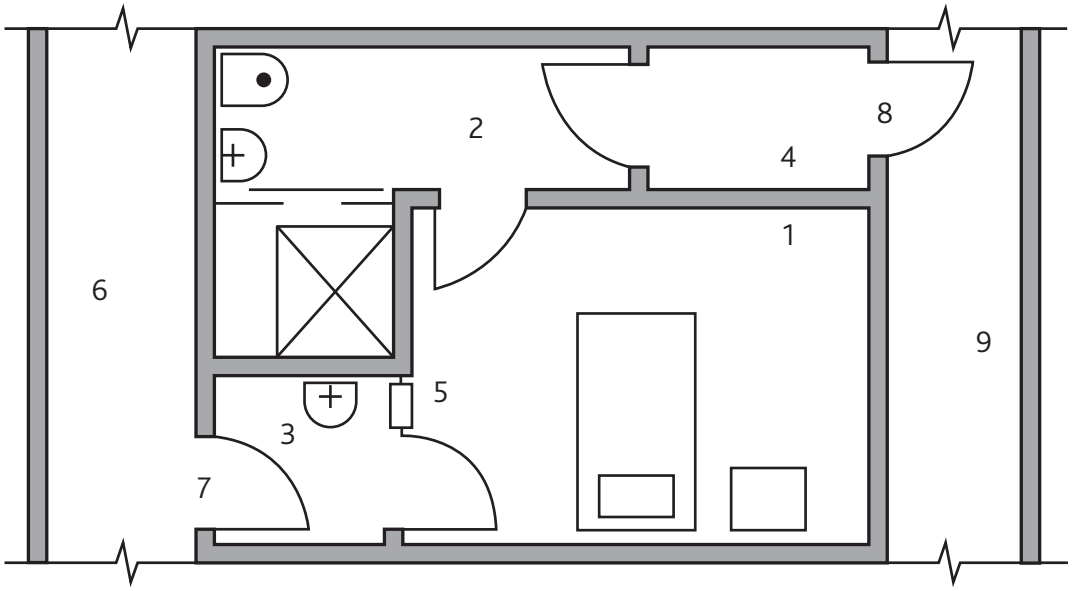


Рис. 1. Бокс системы Мельцера с санитарной комнатой и входом с улицы (1-й этаж):1 – палата для пациента; 2 – санитарная комната с ванной; 3 – шлюз; 4 – наружный тамбур; 5 – шкаф для передачи пищи, медикаментов, белья; 6 – внутренний коридор; 7 –вход со стороны коридора отделения; 8 – вход со стороны улицы

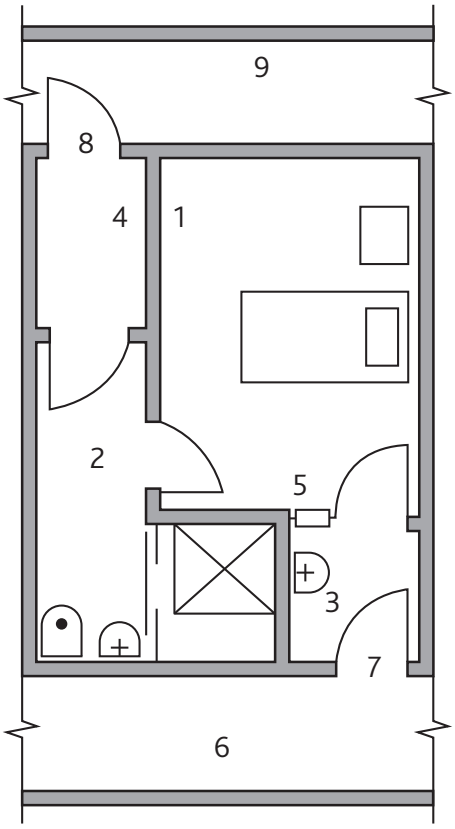


Рис. 2. Бокс системы Мельцера с санитарной комнатой с душевой кабиной и входом с наружной галереи: 1 – палата для пациента; 2 – санитарная комната с душевой кабиной; 3 – шлюз; 4 – наружный тамбур; 5 – шкаф для передачи пищи, медикаментов, белья; 6 – внутренний коридор; 7 – вход со стороны коридора отделения; 8 – вход со стороны улицы; 9 – наружная галерея

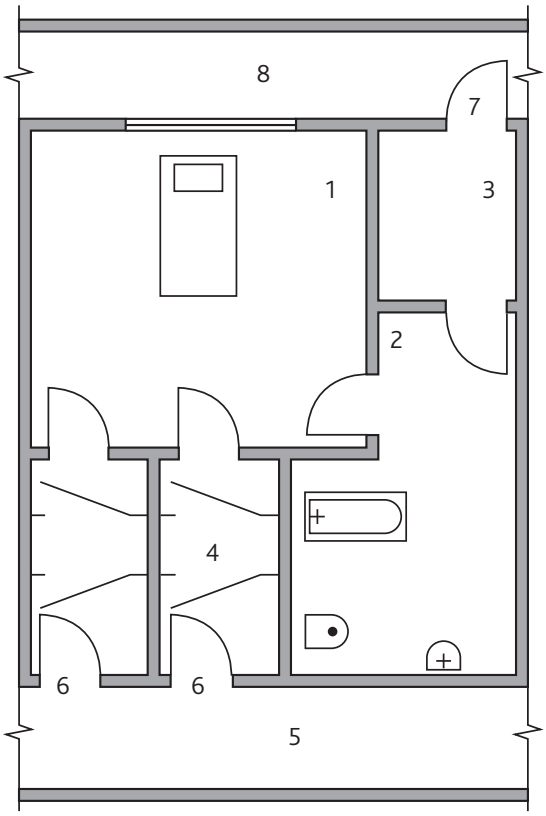


Рис. 3. Бокс системы Мельцера для особо опасных инфицированных больных: 1 – палата для пациента; 2 –санитарная комната с ванной; 3 – наружный тамбур; 4 – санитарный пропускник; 5 –внутренний коридор; 6 – вход со стороны коридора отделения; 7 – вход со стороны улицы; 8 – наружная галерея

Планировка бокса должна обеспечивать сквозную систему (система Мельцера): исключение контакта больного с другими больными с момента поступления до момента выписки из больницы.

В боксе должно быть предусмотрено два отдельных выхода – для медицинского персонала и для пациентов.

Наружный тамбур служит для доставки больного с улицы в палату на лечение и выхода его наружу после выписки. Также через наружный тамбур больного перевозят на исследования, лечение и процедуры.

Шлюз, отделяющий палату от коридора, оборудуется специальным шкафом для передачи больному пищи, медикаментов, белья и служит для переодевания и входа в палату медицинского персонала из «условно чистого» коридора.

Планировка бокса должна обеспечивать следующие требования:

- просмотр палаты из шлюза и коридора;
- при открывании одной двери тамбура или шлюза другие двери должны быть герметично закрыты.

Боксы служат для размещения больных со смешанными инфекциями (болезнями), с различными инфекциями, с опасными заболеваниями, с неустановленным диагнозом, находившихся в контакте с больными с особо опасными инфекциями, а также для тяжелобольных.

Ценность раздела состоит в наличии представленных вариантов схем компоновки боксов. В разделе также предлагаются схемные решения организации полубоксов и палат.

РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК

Рекомендации Р НП «АВОК» 7.5–2020

«ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИКРОКЛИМАТА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В КРЫТЫХ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНАХ. НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ»

Реклама

Актуализация рекомендаций выполнена творческим коллективом специалистов НП «АВОК» при участии компании – члена НП «АВОК» категории «Премиум» ООО «Системэйр».

Рекомендации распространяются на проектирование систем кондиционирования, вентиляции и осушения воздуха помещений спортивных, рекреационных и частных крытых плавательных бассейнов, аквапарков и других подобных помещений с установленными бассейновыми ваннами.

Методика расчета, изложенная в рекомендациях, предназначена для определения расхода воздуха, необходимого для удаления влаги в залах с ваннами бассейна.

В рекомендациях даны новые примеры расчета на базе оборудования Menerga.

ЗАЯВКУ НА ПРИОБРЕТЕНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ МОЖНО НАПРАВИТЬ В ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН

СПРАВКИ ПО ТЕЛ.

abokbook.ru
+7 (495) 621-8048

Инженерное оборудование инфекционных больниц

Часть 2. Организация воздухообмена

М. М. Бродач, **вице-президент НП «АВОК»**
по направлению «Техническое нормирование, стандартизация и сертификация»
А. П. Борисоглебская, **председатель комитета НП «АВОК» по лечебным учреждениям**

Статья продолжает серию публикаций[1] о новых рекомендациях АВОК «Проектирование инженерных систем инфекционных больниц». Мы рады, что на этапе подготовки окончательной редакции к работе комитета НП «АВОК» по лечебным учреждениям наряду с членами рабочей группы ООО «Климатек Инжиниринг», ООО «Аэросервис», АО «Тион Умный микроклимат» подключились новые компании: Schneider Electric, ООО «Аэролайф», ООО «НПТ Климатика». Получается интересный документ, содержащий современные требования к автоматизации, очистке и обеззараживанию воздуха в зданиях инфекционных больниц, что особенно важно в период борьбы с распространением новой коронавирусной инфекцией.

[1] См. «Инженерное оборудование инфекционных больниц. Часть 1. Архитектурно-планировочные решения» (АВОК, № 5, 2020).

В данной статье мы познакомим читателя с основополагающими требованиями по организации воздухообмена в основных структурных подразделениях больниц, подробно остановимся на способах раздачи воздуха внутри отделений инфекционной больницы и организации направления движения воздуха.

Основной особенностью при организации воздухообмена в секции (отделении) инфекционной больницы является то, что движение потока воздуха, перетекающего между помещениями, должно быть направлено из помещения более высокого класса чистоты в помещение более низкого класса чистоты за счет дисбаланса.

В помещениях с источниками инфекции следует поддерживать отрицательное давление относительно окружающих помещений. Максимальный рекомендуемый перепад давления между смежными помещениями, разделенными дверью, исходя из возможности открывания дверей не должен превышать 20 Па.

В асептическом операционном блоке движение потоков воздуха должно быть направлено из операционной в прилегающие к ней помещения в направлении убывания асептических требований (из операционной в предоперационную и наркозную, а из них – в коридор).

В операционной требуется поддержание избыточного давления за счет дисбаланса воздухообмена в размере 10 %. Перепад давления между операционной и предоперационной, палатой и коридором должен составлять 5 Па, между операционной и коридором операционного блока – 15 Па.

В секции (отделении) для боксов (полубоксов, палат) направление движения потоков воздуха должно исключать попадание внутрибольничной инфекции из палат бокса в коридор секции (рис. 1).

В палатах, оборудованных шлюзами с санузлами, вытяжку следует организовывать из санузла. Для разделения помещений различных классов чистоты – А от Б, Б от В, В от Г, находящихся внутри одного отделения (секции), когда по функциональным особенностям отделения необходимо частое открывание дверей, между помещениями или их группами предусматривают устройство воздушных шлюзов с подпором или разрежением воздуха. Воздухообмен воздушного шлюза должен входить в воздушный баланс этажа.

Примечание. В зависимости от функционального назначения помещения лечебных медицинских организаций делят на классы чистоты в соответствии с требуемыми уровнями бактериальной обсемененности воздуха: класс А – особо чистые помещения; класс Б – чистые помещения; класс В – условно чистые помещения; класс Г – грязные помещения [1, 2].

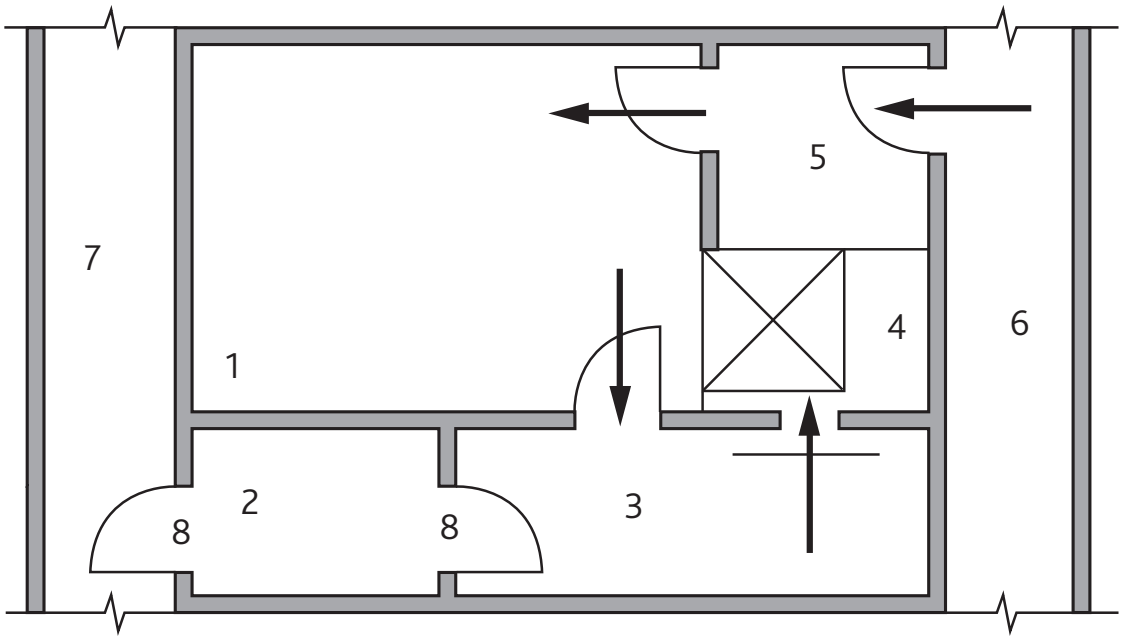
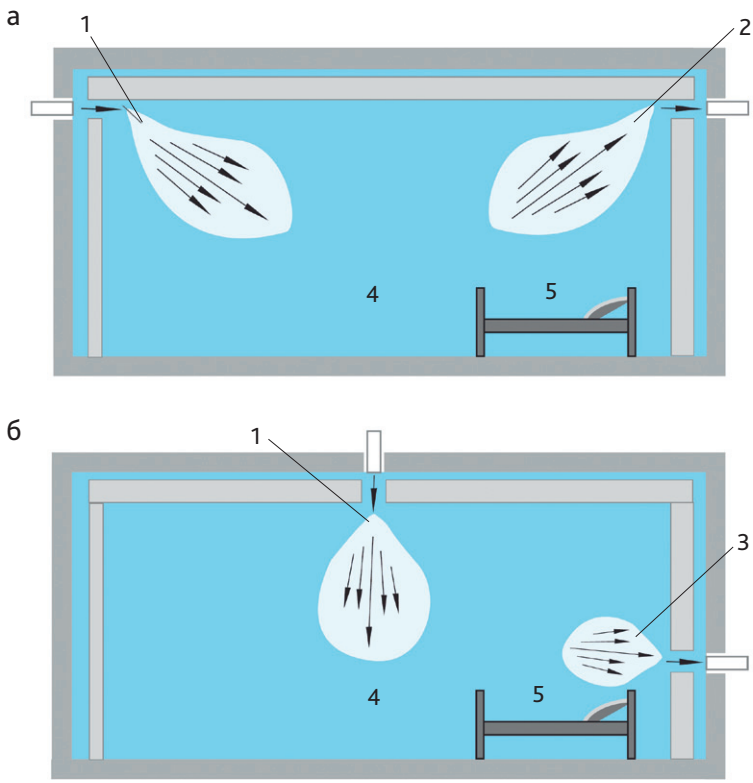


Рис. 1. Организация направления движения воздуха в инфекционном боксе. 1 – палата; 2 – наружный тамбур; 3 – санитарная комната с санузлом (санузел); 4 – душевая кабина; 5 – внутренний шлюз; 6 – коридор секции; 7 – наружная галерея; 8 – двери наружного тамбура (герметичные)



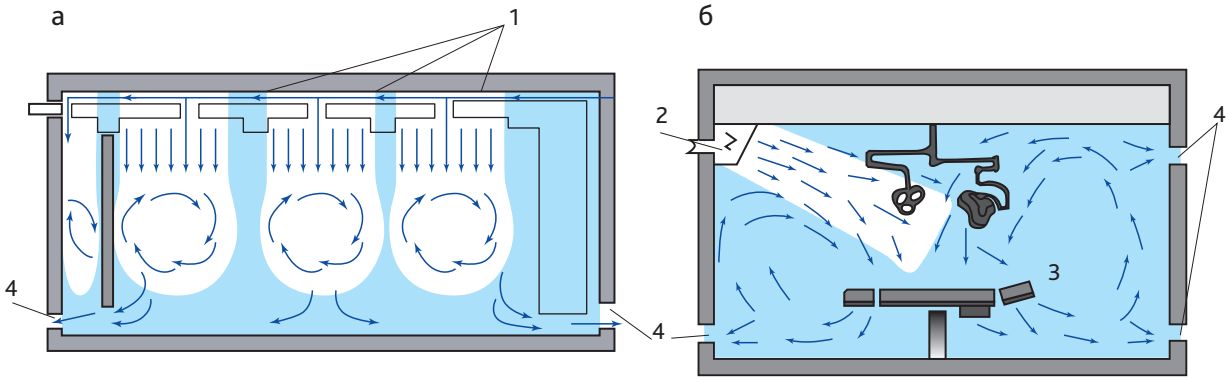
■ **Рис. 2. Схемы воздухораспределения: а – приток и удаление воздуха из верхней зоны помещения; б – приток из верхней зоны и удаление воздуха около кровати пациента. 1 – приток воздуха; 2 – удаление воздуха из верхней зоны; 3 – удаление воздуха около кровати пациента; 4 – рабочая зона; 5 – кровать пациента**

Работа воздушных шлюзов должна поддерживаться с помощью автоматической блокировки дверей, исключающей одновременное открытие входной и выходной дверей либо применение раздвижных дверей. При наличии у защищаемого помещения более одной связи со смежными помещениями здания (встроенные открываемые окна, отверстия в служебные шахты и т.д.) зонирование помещений следует осуществлять за счет устройства перед ним воздушного шлюза.

Подачу воздуха во все помещения инфекционной больницы следует осуществлять в верхнюю зону.

Удаление воздуха из помещений инфекционной больницы следует производить из верхней зоны, кроме помещений операционных, наркозных, реанимационных палат, рентгенооперационных, рентгенопроцедурных, процедурных лучевой диагностики, в которых воздух удаляют из двух зон: 40 % – из верхней зоны (0,1 м от уровня потолка по верху решетки) и 60 % – из нижней зоны (0,6 м по низу решетки от уровня пола). Удаление воздуха следует производить через вытяжные сепараторы, желательно симметрично относительно друг друга, на противоположных сторонах помещения (во избежание образования застойных зон).

При возможности в палатах для одного пациента и в



■ **Рис. 3. Схема воздухораспределения в помещениях класса чистоты А: а – через воздухораспределители потолочного типа; б – через воздухораспределители настенного типа. 1 – потолочный воздухораспределитель, совмещенный с фильтром класса очистки Н; 2 – настенный воздухораспределитель, совмещенный с фильтром класса очистки и блоком обеззараживания; 3 – технологическое оборудование (операционный стол); 4 – вытяжные отверстия с сепараторами пуха**

помещениях с постоянным пребыванием двух пациентов и более рекомендуется предусмотреть дополнительные вытяжные отверстия для удаления воздуха у изголовья кроватей, чтобы исключить распространение инфекции внутри помещения. Вытяжные устройства размещают на высоте 0,4 м по низу решетки от уровня пола, с двух сторон от изголовья кровати.

Приточные и вытяжные устройства следует разводить на максимально возможное расстояние друг от друга, приближая к противоположным боковым стенам. Схема притока и удаления воздуха из верхней зоны приведена на рис. 2 а.

В помещениях операционных воздух следует подавать в верхнюю зону помещения, удалять из двух зон: из верхней – в объеме 40 % и из нижней – в объеме 60 % для ассимиляции газов и паров (плотность которых выше плотности воздуха), способных к образованию взрывоопасных смесей, а также тяжелых ионов, образующихся при эксплуатации операционной. Примеры решений подачи воздуха через настенные и потолочные воздухораспределители в помещениях класса чистоты А с помощью направленных турбулентных потоков приведены на рис. 3.

В палатах боксов для инфицированных иммунокомпрометированных пациентов воздух рекомендуется подавать в верхнюю зону однонаправленным или низкотурбулентным потоком в зону кровати.

В помещениях рентгенооперационных, рентгенодиагностических процедурных приток воздуха производят в верхнюю зону, а удаление – из верхней и нижней зон (рис. 4, 5).

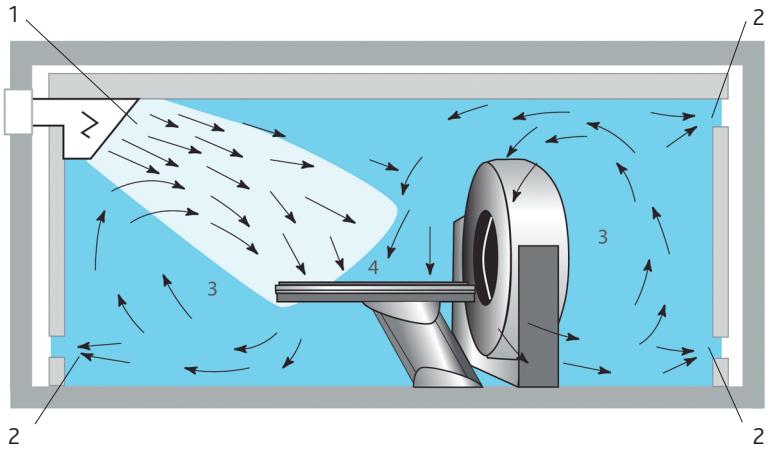


Рис. 4. Организация воздухораспределения в кабинете МРТ. 1 – операционный потолок чистого воздуха настенного типа; 2 – вытяжные отверстия с сепараторами пуха; 3 – зона вне размещения больного; 4 – аппарат МРТ (рабочая зона)

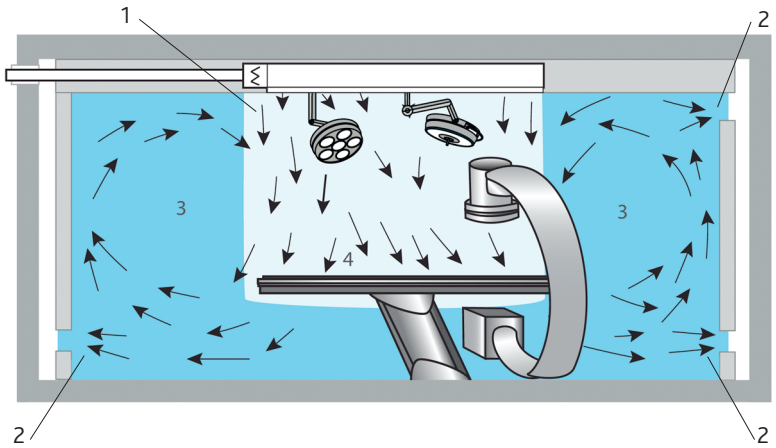


Рис. 5. Организация воздухораспределения в рентгенооперационной оснащенной передвижной С-дугой. 1 – операционный потолок чистого воздуха; 2 – вытяжные отверстия с сепараторами пуха; 3 – зона вне размещения больного; 4 – ангиографическое оборудование (рабочая зона)

Количество удаляемого воздуха должно составлять не более 50 % из верхней зоны и 50 % из нижней зоны.

При работе с жидким азотом и другими тяжелыми газами, аэрозолями вытяжка организуется только из нижней зоны.

Ценность раздела состоит в наличии представленных схем воздухораспределения в основных структурных подразделениях инфекционных больниц.

Литература

1. СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность». М., 2010.
2. Р НП «АВОК» 7.8-2019 «Проектирование инженерных систем лечебно-профилактических учреждений». М., 2019.

Инженерное оборудование инфекционных больниц

Часть 3. Автоматизация инженерных систем

М. М. Бродач, **профессор, вице-президент НП «АВОК»**

А. П. Борисоглебская, **председатель комитета НП «АВОК» по лечебным учреждениям**

П. В. Мурзакаев, **член рабочей группы разработки рекомендаций «Проектирование инженерных систем инфекционных больниц», компания Schneider Electric**

Н. А. Морев, **член рабочей группы разработки рекомендаций «Проектирование инженерных систем инфекционных больниц», компания Schneider Electric**

Данная статья завершает серию публикаций* о новых рекомендациях АВОК «Проектирование инженерных систем инфекционных больниц». Качество проектирования и установки автоматизированных систем во многом влияет на обеспечение основной задачи инфекционной больницы – изоляции инфицированных больных, и без этого невозможно обойтись в реалиях пандемии COVID-19. В этом номере журнала приведены примеры организации автоматизации систем отопления, теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха в помещениях инфекционных больниц. В работе над материалом приняли участие специалисты компания Schneider Electric.

* См. «Инженерное оборудование инфекционных больниц. Часть 1. Архитектурно-планировочные решения» (АВОК, № 5, 2020); «Инженерное оборудование инфекционных больниц. Часть 2. Организация воздухообмена» (АВОК, № 5, 2020).

** Бесшовная интеграция – объединение различных систем на базе универсального формата обмена данными.

Системы отопления и теплоснабжения, воздушного отопления, тепловых завес, холодоснабжения, приточной и приточно-вытяжной вентиляции следует оборудовать средствами автоматизации контроля, управления и блокировки, обеспечивающими измерение и регистрацию контролируемых параметров по каждому направлению.

Средства автоматизации в каждом случае должны обеспечивать выполнение основных функций, связанных с поддержанием контролируемых параметров. Систему автоматизации зданий следует выполнять на базе многоуровневой архитектуры с применением IP-сетей и возможностью бесшовной интеграции** с другими системами. В рекомендациях приведены полные описания уровней систем, перечни параметров контроля, управления и блокировки средств автоматизации и функций средств автоматизации.

В качестве оборудования автоматизации систем отопления и теплоснабжения, воздушного отопления и тепловых завес, холодоснабжения, приточной и приточно-вытяжной вентиляции следует использовать щиты индивидуального исполнения со свободно программируемыми контроллерами модульного исполнения и возможностью передачи данных по одному и/или нескольким из открытых протоколов (Modbus, Lon, BACnet).

От контроллера системы автоматизации в автоматизированную систему управления зданием следует передавать данные о текущих значениях контролируемых параметров. Следует выбирать контроллеры и систему автоматизации, имеющие единую среду программирования, визуализации и конфигурации.

Рассмотрим пример подбора средств автоматизации для системы вентиляции в помещениях инфекционной больницы.

В системах вентиляции, обслуживающих коридоры, смежные с боксами, полубоксами и палатами, следует осуществлять контроль давления и расхода воздуха с помощью средств автоматики. Автоматика должна осуществлять регулирование производительности приточного и вытяжного вентилятора через преобразователь частоты по сигналам датчиков давления и датчикам скорости (которая будет пересчитываться в расход) воздуха в приточном и вытяжном каналах вентиляционной установки для создания и поддержания положительного баланса давления в коридорах относительно давления в палатах или шлюзах. Контроль перепада давления между смежными помещениями следует выполнять непрерывно.

Рассмотрим примеры подбора оборудования автоматизации для непрерывного поддержания постоянного перепада давления:

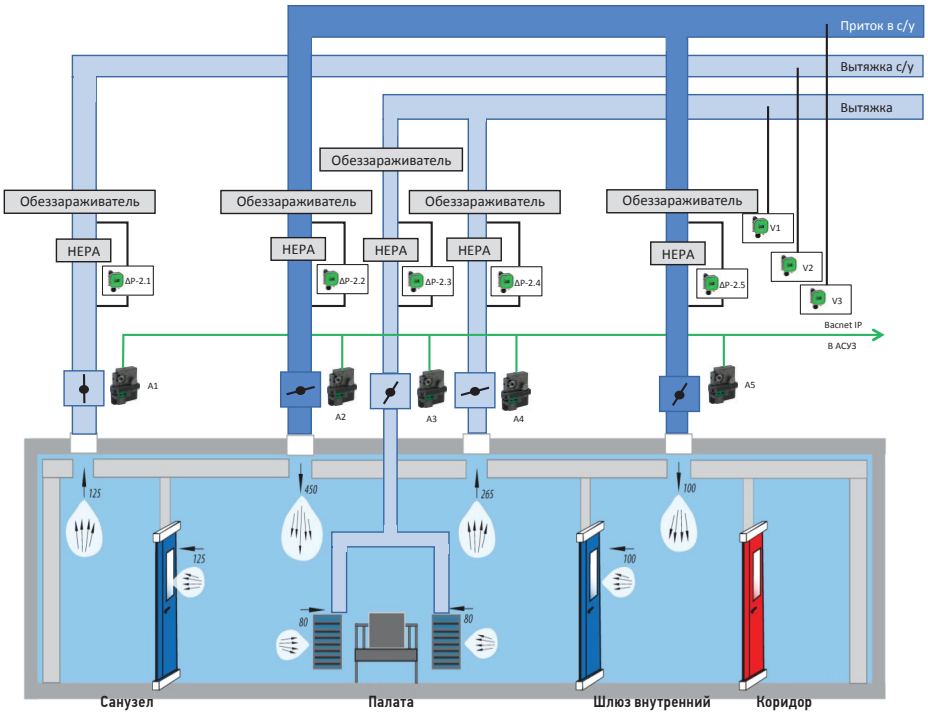


Рис. 1. Структурная схема элементов автоматизации для непрерывного поддержания давления в боксе с палатой на одну койку: ΔР 1.1 – 1.3, 2.1 – 2.5 – аналоговые датчики перепада давления; А1 – А5 – контроллеры; V1 – V3 – аналоговые датчики измерения скорости потока воздуха; HEPA-фильтр класса очистки Н

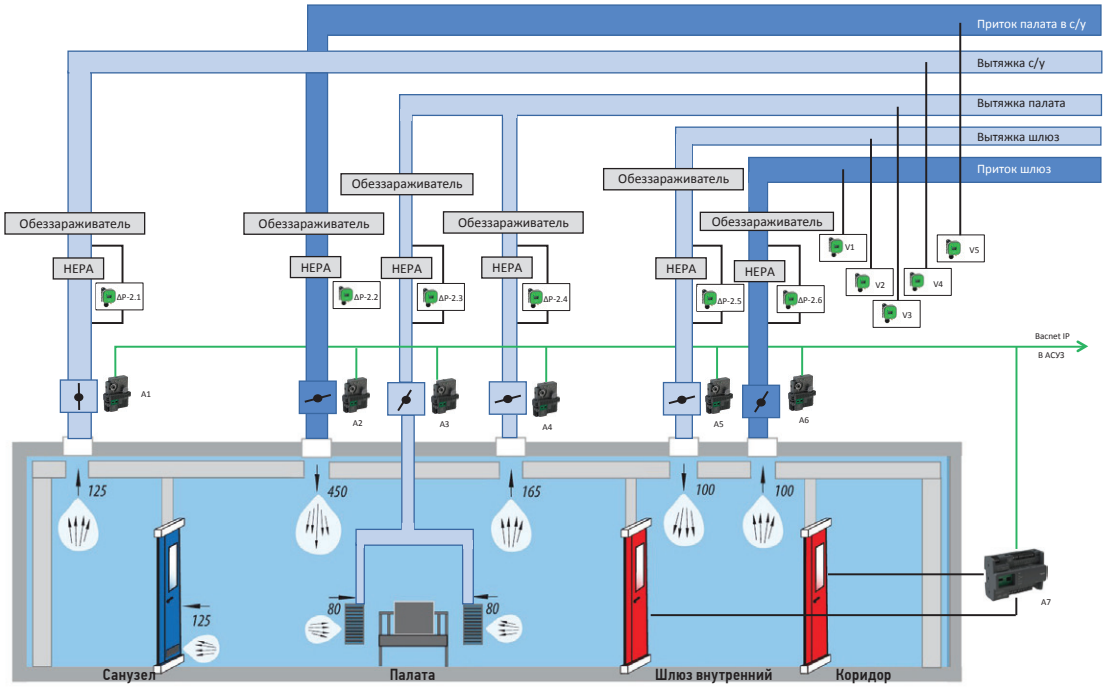


Рис. 2. Структурная схема элементов автоматизации для непрерывного поддержания давления в боксе с герметичными дверьми между помещениями шлюза и коридора, шлюза и палаты: ΔР1.1 – 1.3, 2.1 – 2.6 – аналоговые датчики перепада давления; А1 – А7 – контроллеры; V1 – V5 – аналоговые датчики измерения скорости потока воздуха; HEPA-фильтр класса очистки Н

- для бокса с палатой на одну койку с наличием герметичной двери между помещениями шлюза и коридора;
- для бокса с герметичными дверьми между помещениями шлюза и коридора, шлюза и палаты.

Решение для бокса с палатой на одну койку с наличием негерметичной двери между помещениями палаты и шлюза, герметичной двери между помещениями шлюза и коридора приведены на рис. 1.

Аналоговые датчики перепада давления ΔР 1.1 – 1.3 устанавливают для контроля перепада давления между помещениями, они измеряют перепад между коридором как эталонным значением и помещением, в котором они установлены. Аналоговые датчики перепада давления ΔР 2.1 – 2.5 устанавливают на воздуховодах для контроля перепада давления на HEPA-фильтрах, что позволяет контролировать уровень загрязненности фильтров, определять и прогнозировать необходимость их замены. Датчики перепада давления ΔР 2.1 – 2.5 подключают к входам контроллеров А1 – А5. Аналоговые датчики измерения скорости потока V1 – V3 устанавливают в центральных каналах для измерения общей скорости и расхода воздуха на подаче (притоке) и удалении (вытяжке) воздуха.

Контроллеры А1 – А5 устанавливают на воздуховодах для обеспечения перепада давления в помещениях и изоляции грязного помещения от чистого. Контроллеры управляют клапанами переменного расхода воздуха и обмениваются информацией по протоколу BACnet IP с контроллерами управления приточной и вытяжных установок, чтобы обеспечивать регулирование работы вентиляторов и другого оборудования установок.

Контроллеры взаимодействуют друг с другом по системе «ведущий – ведомый», где ведущий контроллер управляет своим клапаном, задает угол поворота клапана ведомому или ведомым контроллерам. Контроллер А5 (приток шлюза) является ведущим контроллером для контроллера А2 (приток палаты). В свою очередь, контроллер А2 (приток палаты) будет ведущим для контроллеров А3, А4 (вытяжка палаты) и А1 (вытяжка в с/у).

Рекомендуется дополнительно установить датчики открытия дверей (не отражены на рисунке): датчики должны быть оснащены «сухим» контактом для подключения к контроллеру MP-V.

Решение для бокса с герметичными дверьми между помещениями палаты и шлюза, шлюза и коридора приведено на рис. 2.

Аналогично примеру, приведенному на рис. 1, аналоговые датчики перепада давления ΔP1.1 – 1.3 устанавливают в помещениях для контроля перепада давления в помещениях. Датчики перепада давления ΔP2.1 – 2.6 устанавливают на воздуховодах для контроля перепада давления на HEPA-фильтрах. Датчики перепада давления ΔP2.1 – 2.6 подключают к входам контроллеров A1 – A6. Аналоговые датчики измерения скорости потока V1 – V5 устанавливают в центральных каналах для измерения общей скорости и расхода воздуха на подаче (притоке) и удалении (вытяжке) воздуха.

Контроллеры A1 – A6 устанавливают на воздуховодах для обеспечения перепада давления в помещениях и изоляции грязного помещения от чистого. Контроллеры управляют клапанами переменного расхода воздуха и обмениваются информацией по протоколу BACnet IP с контроллерами управления приточной и вытяжных установок, чтобы обеспечивать регулирование работы вентиляторов и другого оборудования установок.

Контроллеры взаимодействуют друг с другом по системе «ведущий – ведомый», где ведущий контроллер управляет своим клапаном, задает угол поворота клапана ведомому или ведомым контроллерам. Контроллер A6 (приток шлюза) является ведущим контроллером для контроллеров A2 (приток палаты) и A5 (вытяжка шлюза). В свою очередь, контроллер A2 (приток палаты) будет ведущим для контроллеров A3, A4 (вытяжка палаты) и A1 (вытяжка в санузле).

Контроллер A7 отвечает за контроль блокировки сквозного прохода через тамбур-шлюз, чтобы исключить разгерметизацию внутреннего шлюза.

Применяемый для ΔP 1.1 – 1.3, 2.1 – 2.6 и V1 – V5 аналоговый датчик может использоваться и как датчик перепада давления, и как датчик измерения скорости. Мобильное приложение позволяет подключаться к устройству и настраивать различные параметры, выбираемые в полевых условиях, удаленно со смартфона (на базе ОС IOS или Android) с помощью беспроводной технологии Bluetooth.

Применяемый тип котроллеров для A1 – A6 MP-V – многофункциональный, полностью программируемый полевой контроллер на базе IoT-технологий, предназначенный для систем вентиляции с переменным расходом воздуха. MP-V

состоит из собственно контроллера, привода клапана с обратной связью и датчика воздушного потока, откалиброванного на заводе, размещенных в компактном корпусе для удобства установки. Контроллер MP-V используется в составе автоматизированной системы управления зданием, а также может использоваться как автономный полевой контроллер BACnet IP. Контроллер оснащен универсальными входами для подключения различных датчиков.

Применяемый тип котроллеров для A7 MP-C – многофункциональный, полностью программируемый полевой контроллер на базе IP-технологий. Модели MP-C реализуют гибкую комбинацию точек ввода/вывода для выполнения самых разнообразных задач в проектах отопления, вентиляции и кондиционирования. Контроллер MP-C используется в составе автоматизированной системы управления зданием, а также может использоваться как автономный полевой контроллер BACnet IP. Контроллер MP-C оснащен универсальными входами для подключения различных датчиков и управления модулями входами/выходами.

Применение перечисленных выше контроллеров и датчиков позволяет осуществить непрерывное поддержание требуемого перепада давления между помещениями инфекционной больницы с различными классами чистоты.

2021 Календарь профильных мероприятий с участием НП «АВОК»

[16–19 февраля]

Сибирская строительная неделя 2021

Новосибирск, МВК «Новосибирск Экспоцентр»

https://sbweek.ru

Siberian Building Week
Сибирская строительная неделя

Стенд НП «АВОК»

[7–10 июня]

ЭЛЕКТРО

Москва, Экспоцентр

http://www.elektro-expo.ru

Стенд НП «АВОК»

[13–15 апреля]

Engineerica
[Конференция АВОК]

Санкт-Петербург, Экспофорум

https://www.engineerica.ru/ru-RU/

Engineerica

Стенд НП «АВОК»

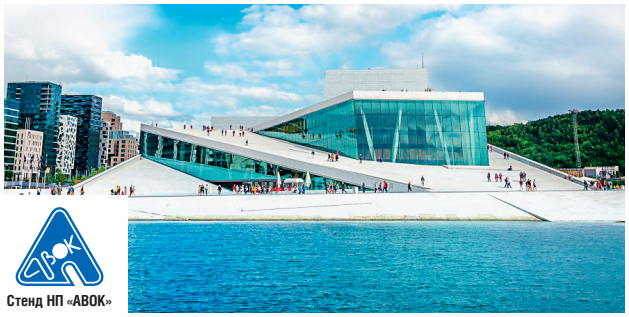
[21–23 июня]

Здоровые здания 2021 – Европа

Осло, Норвегия

https://hb2021-europe.org/

HEALTHY BUILDINGS EUROPE 2021



Стенд НП «АВОК»

[11–14 мая]

МИР КЛИМАТА
[Конференция АВОК]

Москва, Экспоцентр

http://climatexpo.ru/

МИР КЛИМАТА

Стенд НП «АВОК»

[22–24 июня]

RENWEX

Москва, Экспоцентр

https://www.renwex.ru/

Стенд НП «АВОК»

Реклама