

ДЕЗИНФЕКЦИОННОЕ

О П Л А Т



Международный Конгресс
«Современные средства и технологии дезинфекции
и стерилизации в профилактике ИСМП»
6-7 ноября 2014 г.
Москва

- Материалы XXII съезда членов Национальной организации дезинфекционистов
- Профилактические мероприятия при лихорадке Западного Нила на территории Волгоградской области
- Современная отечественная технология обеззараживания воздуха методом инактивации микроорганизмов

- infitsiruyushchim sredstvam v ramkakh epidemiologicheskogo nadzora* [Scientific, methodical and organizational basis for monitoring of microbial resistance to disinfectants under surveillance]. Diss. dokt. med. nauk [Doct. Med. Sci. Diss.]. Nizhny. Novgorod, 2012.
11. **Marchenko A.N.** *Nauchno-organizatsionnoe obosnovanie profilaktiki infektsiy, svyazannykh s okazaniem meditsinskoj pomoshchi, putem sovershenstvovaniya dezinfektsionnykh meropriyatiy* [Scientific substantiation of organizational prevention of infections associated with medical care by improving disinfection measures]. Diss. dokt. med. nauk [Doct. Med. Sci. Diss.]. Irkutsk, 2013.
 12. **Orlova O.A., Akimkin V.G.** Mikrobiologicheskiy monitoring IVL-assotsirovannykh infektsiy dykhatel'nykh putey u patsientov s tyazhelyu travmoy [Microbiological monitoring of ventilator-associated respiratory tract infections in patients with severe trauma]. *Epidemiologiya i Vaktsinoprofilaktika*, 2014, no. 1, pp. 32–42.
 13. **Pokrovskiy V.I., Akimkin V.G., Briko N.I. et al.** Vnutribol'nichnye infektsii: novye gorizonty profilaktiki [Nosocomial infections: new horizons for prevention]. *Epidemiologiya i infektsionnye bolezni*, 2011, no. 1, pp. 4–7.
 14. **Onishchenko G.G.** *Natsional'naya Kontsepsiya profilaktiki infektsiy, svyazannykh s okazaniem meditsinskoj pomoshchi. Utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF 6 noyabrya 2011 (elektronnyy resurs)* [National Concept for the prevention of infections associated with medical care (approved by the chief sanitary doctor of Russia November 6, 2011)] <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70000121.ixzz31Obdk4MV> (accessed 3 June 2014).

AUTHORS

Orlova Oksana Anatol'evna – Candidat of Medical Science, Head of Epidemiological Department City Clinical Hospital № 8; Associate Professor of Chair Hygiene and Epidemiology; Tel.: (351) 773-06-10, e-mail: oksana_orlova@bk.ru

Akimkin Vasily Gennad'evich – Member of Russian Academy of Science, Doctor of Medical Science, Professor; Director Deputy of Scientific Research Disinfectology Institute

УДК 614.48

СОВРЕМЕННАЯ ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОЗДУХА МЕТОДОМ ИНАКТИВАЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ

А.В. Наголкин¹, Е.В. Володина¹, В.Г. Акимкин^{2,3,4}, А.П. Борисоглебская⁵, А.С. Сафатов⁶

¹ООО НПФ «Поток Интер»:

115162, г. Москва, ул. Хавская, д. 18, кор. 2;

²ФБУН «НИИДезинфектологии» Роспотребнадзора:

117246, Москва, Научный проезд, д. 18;

³ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»

Минздрава России:

119991, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2;

⁴ФБУН «Центральный НИИ эпидемиологии» Роспотребнадзора:

111123, Москва, ул. Новогиреевская, д. 3а;

⁵ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет»

Министерства образования и науки Российской Федерации:

129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26;

⁶ФБУН Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор»:

630559, Новосибирская область, Кольцово

Обсуждаются проблемы обеззараживания воздуха в медицинских организациях. Приведены наиболее распространенные технологии обеспечения микробиологической чистоты воздуха. Особое внимание уделено технологиям инактивации микроорганизмов в воздухе, приведены их достоинства и недостатки. В качестве наиболее перспективной технологии обеззараживания воздуха предлагается использование технологии «Поток», основанной на инактивации микроорганизмов под воздействием постоянных электрических полей, с последующей фильтрацией инактивированной биомассы микроорганизмов и аэрозольных частиц на электростатическом осадителе.

Ключевые слова: обеззараживание воздуха, инактивация микроорганизмов в воздухе, НЕРА-фильтрация, воздействие постоянных электрических полей, технология «Поток».

В современных условиях развития здравоохранения и человечества в целом, профилактика инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (ИСМП), является одной из глобальных мировых проблем. Решению этих серьезных вопросов сегодня подчинена деятельность значительного количества ученых, многочисленных практиков здравоохранения и большинства крупных компаний, представляющих свою продукцию и услуги на мировом рынке.

В настоящее время трудно переоценить социальный и экономический ущерб, наносимый

ИСМП ежегодно мировому сообществу. Так, по данным официальной статистики, в США от ИСМП ежегодно страдает более 2 млн пациентов, погибает – 88000 больных, при этом ежегодный экономический ущерб составляет 4–10 млрд долларов. В Великобритании с учетом регистрируемых ИСМП стационарное лечение пациентов увеличивается на 3,6 млн дней, ежегодный экономический ущерб составляет около 1 млрд фунтов стерлингов [1–2].

Пациенты с ИСМП находятся в стационаре в 2–3 раза дольше, чем аналогичные пациенты

без признаков инфекции. В среднем на 10 дней задерживается их выписка, в 3–4 раза возрастает стоимость лечения, и в 5–7 раз – риск летального исхода. Экономический ущерб, причиняемый ИСМП, значителен: в Российской Федерации эта цифра, официально не изменяясь уже более 15 лет, предположительно составляет 10–15 млрд рублей в год. Однако, аналогичное количество реально существующих случаев ИСМП в России и США позволяет очевидно свидетельствовать о недоучете экономического ущерба от ИСМП в 30–50 раз [1].

Инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи существенно снижают качество жизни пациента, приводят к потере репутации учреждения здравоохранения.

Интенсивное развитие высокотехнологичных, инвазивных методов диагностики и лечения в сочетании с широким распространением микроорганизмов с множественной лекарственной устойчивостью определяет необходимость непрерывного совершенствования систем надзора и контроля за ИСМП.

В нашей стране впервые на государственном уровне основные направления профилактики были сформулированы в 1999 г. в программном документе «Концепция профилактики внутрибольничных инфекций», который определил на последующее десятилетие стратегию научных исследований, задачи разработки нормативного, правового обеспечения, внедрения передовых методов профилактики в практику. В современных условиях в России принята и действует «Национальная Концепция профилактики инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи» (2011 г.). Настоящая Концепция разработана специалистами Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, известными учеными и организаторами здравоохранения и определяет цель, принципы, общую архитектуру, основные направления совершенствования национальной системы профилактики инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, механизмы обеспечения ее функционирования, а также ожидаемый социально-экономический эффект [3].

Учитывая это, проблема обеспечения качества воздуха в помещениях медицинских организаций (МО) остается одной из наиболее актуальных на протяжении последних десятилетий. Пожалуй, наиболее важным параметром, характеризующим санитарно-гигиеническое состояние воздушной среды в стационарах (кроме химических, механических, радиологических составляющих) является обсемененность воздуха микроорганизмами, в том числе наличие в воздухе патогенной микрофлоры [4]. Присутствие

патогенных микроорганизмов в воздухе помещений представляет серьезную опасность для пациентов, так как ведёт к увеличению количества случаев ИСМП и вероятности возникновения осложнений в ходе оказания медицинской помощи (вплоть до увеличения количества смертельных исходов).

Это обусловлено тем, что воздушно-капельный (аэрозольный) механизм передачи инфекций в эпидемиологии является одним из самых быстродействующих и высокоэффективных. При этом патогенные микроорганизмы с потоками воздуха способны распространяться как в горизонтальной плоскости (между смежными помещениями на одном этаже), так и в вертикальной плоскости – между этажами здания с потоками перетекающего воздуха [5]. Именно поэтому, качество воздушной среды, во многом, влияет на качество оказания медицинской помощи. В связи с этим рациональные архитектурно-планировочные решения и санитарно-технические мероприятия, в том числе организацию вентиляции и воздухообмена помещений, можно отнести к неспецифическим мерам профилактики распространения инфекций, поскольку их конечной целью является обеспечение микробиологической чистоты воздуха.

Однако проблема обеззараживания воздуха стоит не только перед медицинскими работниками. В последнее время, особую озабоченность специалистов в области биобезопасности вызывают вспышки «эмерджентных» инфекций [6–7]. Эмерджентными называют заболевания, которые возникли или проявились внезапно, обычно мало изучены или неизвестны. Причин, способствующих возникновению эмерджентных болезней несколько, но к основным можно отнести социально-экономические изменения (которые привели к резкому увеличению численности и плотности населения, а также усилению контактов, как на уровне отдельных регионов, так и в глобальных масштабах) и глобальные изменения в окружающей среде (которые способствуют распространению трансмиссивных болезней и векторному распространению инфекций). При этом, специалисты сходятся во мнении, что воздушно-капельный (аэрозольный) механизм передачи эмерджентных инфекций является одним из самых опасных и сложно контролируемых. В связи с этим, технологии, позволяющие быстро и эффективно уничтожить микроорганизмы в воздухе, становятся остро востребованными не только в медицине, но и в других областях жизнедеятельности человека.

На протяжении многих лет для обеззараживания воздуха в различных помещениях применяются системы приточно-вытяжной вентиляции. Основная цель систем приточно-вытяжной вен-

тиляции – обеспечение поступления в помещение и удаления требуемого количества воздуха, с соблюдением его нормируемых параметров: газового состава, температуры, влажности и подвижности. Для медицинских учреждений системы вентиляции выполняют более широкую задачу – обеспечение эпидемиологической безопасности пребывания больных за счет поддержания микробиологической чистоты воздуха. Наиболее распространённым способом очистки приточного воздуха является применение фильтров различных классов очистки (в зависимости от назначения помещения и требований к обеспечению в них чистоты воздуха). Данная технология была разработана в середине XX века для обеспечения необходимого уровня (класса) чистоты воздуха при производстве микроэлектроники. Позднее, после незначительных доработок технология фильтрации была перенесена в область медицины и биотехнологии.

В основе метода фильтрации лежит принцип предотвращения поступления в помещение твердых аэрозольных частиц (в том числе микроорганизмов) путем их задержки на высокоэффективных фильтрах (HEPA-фильтрах по ГОСТ Р 51251-99 «Фильтры очистки воздуха. Классификация. Маркировка») [8]. Однако, со временем выяснилось, что технология фильтрации, с успехом применявшаяся на предприятиях по производству микроэлектроники, оказалась не столь эффективной в области медицины. Основная причина этого заключается в том, что условия работы, а также требования к чистоте воздуха в медицинских помещениях и в помещениях по производству микроэлектроники существенно отличаются:

- на эффективность лечения влияет обсеменение воздуха, то есть наличие в воздухе патогенных и условно-патогенных микроорганизмов – в микроэлектронной промышленности качество производимой продукции определяется преимущественно концентрацией твердых аэрозольных частиц в воздухе;

- в медицинских помещениях всегда есть источники, выделяющие микроорганизмы (пациенты, медицинский персонал и др.) – в микроэлектронной промышленности подобных источников может не быть;

- для обеспечения низкой концентрации микроорганизмов в воздухе помещений требуются значительно меньшие кратности воздухообмена, чем для обеспечения низкой концентрации аэрозольных частиц, поэтому в медицине целесообразно использовать иные подходы к организации вентиляции и очистке воздуха.

Поскольку метод высокоэффективной фильтрации воздуха (HEPA-технология) много лет используется в медицине, его недостатки широко известны:

- HEPA-технология направлена не на уничтожение микроорганизмов, а только на ограничение их поступления в помещение. Несмотря на то, что в отечественных нормативах с 90-х годов HEPA-фильтры были обозначены как «бактерицидные фильтры» (этим подчеркивалось их назначение – очистка воздуха от бактерий), они могут лишь задерживать частицы и микроорганизмы в порах фильтрующего материала и накапливать их в процессе эксплуатации. При этом инактивации (уничтожения) микроорганизмов в фильтрах не происходит. Именно поэтому количество микроорганизмов, накопленных фильтрами во время эксплуатации, постоянно растет и они быстро становятся источником повышенной микробиологической опасности;

- HEPA-фильтры должны обеспечивать эффективность фильтрации до 99,995% и более, однако, в реальных условиях эксплуатации, их эффективность может резко снижаться под воздействием следующих факторов: влажности воздуха, свойств аэрозольных частиц, целостности фильтрующего материала, герметичности уплотнений и др. Также эффективность фильтрации HEPA-фильтров может сильно уменьшиться после остановки систем вентиляции, а повторное ее включение может привести к «залповым» выбросам микроорганизмов;

- из-за отсутствия в системах вентиляции автоматики, контролирующей эффективность фильтрации и целостность фильтров, невозможно обеспечить высокую надежность и микробиологическую безопасность воздуха и своевременно предпринять необходимые меры для уменьшения последствий «залповых» выбросов микроорганизмов в помещение;

- сложность и трудоёмкость технического обслуживания и большие эксплуатационные расходы создают дополнительные проблемы при использовании данной технологии в медицине поскольку HEPA-фильтры необходимо часто заменять, а системы вентиляции требуют больших расходов воздуха и применения мощного вентиляционного оборудования.

Всё выше перечисленное свидетельствует о том, что использование HEPA-фильтров не позволяет в полной мере обеспечить высокую надежность и безопасность работы систем обеззараживания воздуха. Однако, необходимо констатировать, что, несмотря на все описанные недостатки, в подавляющем большинстве МО для обеззараживания воздуха используется именно системы приточно-вытяжной вентиляции с HEPA-фильтрами.

В настоящее время технологии обеззараживания воздуха описаны в двух основных нормативных регламентирующих документах:

- обязательном для исполнения – СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические

требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность» [9];

- рекомендательном для исполнения – ГОСТ Р 52539-2006 «Чистота воздуха в лечебных учреждениях» [10].

В СанПиН 2.1.3.2630-10 предусмотрено обеззараживание воздуха в медицинских помещениях классов чистоты (А) и (Б) методом инактивации микроорганизмов с эффективностью не менее 95% с последующей фильтрацией воздуха с эффективностью фильтров класса Н11-Н14.

ГОСТ Р 52539-2006 предусматривает обеззараживание воздуха только фильтрацией с применением высокоэффективных фильтров класса до Н14.

Требования к микробиологической чистоте воздуха и организации вентиляции в помещениях различного назначения, изложенные СанПиН 2.1.3.2630-10 существенно отличаются от требований ГОСТ Р 52539-2006:

- по классификации классов чистоты помещений;
- по допустимым уровням бактериальной обсемененности воздуха;
- по технологии обеззараживания воздуха (отсутствуют требования к инаktivации микроорганизмов).
- по рекомендуемой кратности воздухообмена в помещениях и др.

С учётом описанных выше отличий и, что немаловажно, ограниченных финансовых возможностей медицинских учреждений, более целесообразно руководствоваться требованиями к технологиям обеззараживания воздуха, изложенным в СанПиН 2.1.3.2630-10, согласно п. 6.24 которого, воздух, подаваемый в помещения классов чистоты (А) и (Б), сначала должен обрабатываться устройствами, обеспечивающими инаktivацию микроорганизмов с эффективностью не менее 95% и только затем фильтрами высокой эффективности классов Н11–Н14.

Предварительная инаktivация микроорганизмов до стадии фильтрации позволяет:

1) Поддерживать финишные фильтры в безопасном состоянии, предотвращать накопление на них микроорганизмов и предотвращать возможность неконтролируемых «залповых» выбросов микроорганизмов в помещение.

2) Обеспечить большую стабильность и надёжность поддержания заданной микробиологической чистоты и безопасности воздуха, подаваемого в помещение воздуха.

3) Упростить техническое обслуживание систем обеззараживания воздуха и сократить эксплуатационные расходы.

4) Проектировать более эффективные и экономичные системы вентиляции с обеззараживанием воздуха, отвечающие современным требо-

ваниям микробиологической чистоты и микробиологической безопасности.

Известные в настоящее время устройства обеззараживания воздуха с инаktivацией микроорганизмов можно разделить на три группы:

1. Высокоэффективные (HEPA) фильтры с биоцидной пропиткой, инаktivация на которых осуществляется при контакте химических соединений с микроорганизмами;

2. Установки, с так называемой «активной фильтрацией», осуществляющие инаktivацию задержанных на фильтрах микроорганизмов воздействием генерируемых ими химически активных веществ (озона, перекиси водорода и др.);

3. Установки, осуществляющие инаktivацию воздействием физических факторов (ультрафиолетовым бактерицидным излучением, воздействием постоянных электрических полей и др.) и последующую фильтрацию частиц на высокоэффективных фильтрах.

Использование HEPA-фильтров с биоцидной пропиткой, является модификацией технологии HEPA-фильтрации. В связи с этим данный подход имеет те же недостатки, а обеспечение высокой эффективности инаktivации микроорганизмов на них, в реальных условиях эксплуатации, маловероятно, из-за сложности обеспечения тесного контакта между микроорганизмами и биоцидным покрытием, а также из-за возможности формирования резистентности микроорганизмов к используемым химическим соединениям. Кроме того, недостатком данной технологии является большие эксплуатационные расходы, связанные с необходимостью частой замены фильтров.

Технологии на основе «активной фильтрации» имеют следующие основные недостатки:

- низкая скорость инаktivации микроорганизмов;
- избирательное действие химически активного вещества на различные виды микроорганизмов (из-за разной резистентности микроорганизмов);
- потенциальная опасность выделяемых в установке вредных веществ для человека, в случае их попадания в помещение;
- низкая эффективность и надёжность обеззараживания воздуха, связанная с накоплением микроорганизмов на фильтрах и возможности их «залповых» выбросов в помещение;
- необходимость частой замены фильтров и технического обслуживания элементов установок.

Так, например, при использовании установок обеззараживания воздуха, которые для инаktivации задержанных фильтром микроорганизмов используют высокие концентрации озона необходимо иметь ввиду следующее:

- в применяемых в медицине установках обеззараживания воздуха на выходе концен-

трация озона должна быть не более 1 ПДК для атмосферного воздуха (30 мкг/м³). Согласно ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы» [11] в воздухе рабочей зоны, т.е. при работе не более 8 часов в сутки, ПДК озона – не более 100 мкг/м³. Озон по параметрам токсичности при аэрозольном воздействии отнесён к 1-му, самому высокому, классу опасности вредных веществ – «чрезвычайно опасные» с остронаправленным механизмом действия, требующим автоматического контроля за его содержанием в воздухе. Согласно п.7.6.1 СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» [12], при использовании в помещениях оборудования, имеющего потенциальную возможность выделения вредных веществ в опасных концентрациях, необходимо предусматривать в таких помещениях аварийную вентиляцию и систему контроля вредных веществ. Таким образом, использование установок с так называемой «активной фильтрацией» (генерирующих озон) для инактивации задержанных фильтрами микроорганизмов является потенциально опасными при эксплуатации и требуют соблюдения специальных мер безопасности.

Эффективность инактивации микроорганизмов озоном сильно зависит от его концентрации, протекает медленно и в значительной степени зависит от вида инактивируемого микроорганизма. Из экспериментальных данных, полученных ГНЦ ВБУ «ВЕКТОР» (г. Новосибирск), следует, что при обработке фильтра, содержащего золотистый стафилококк, озоном в концентрации около 700 мкг/м³, 99% данного микроорганизма гибнет только через 4 часа. Приведённые данные свидетельствуют о том, что установки обеззараживания воздуха, использующие внутри высокие концентрации озона для инактивации микроорганизмов, не могут соответствовать требованиям СанПиН 2.1.3.2630-10, поскольку не обеспечивают требуемую скорость инактивации на выходе установки, т.е. уничтожать микроорганизмы за время не более 1 секунды.

Наиболее перспективными для применения в медицине являются технологии обеззараживания воздуха, осуществляющие инактивацию воздействием физических факторов и последующую задержку уже инактивированных микроорганизмов на высокоэффективных фильтрах.

Технология обработки воздуха ультрафиолетом бактерицидным излучением имеет многолетнюю историю применения и является одной из наиболее изученных. Ультрафиолетовые (УФ) бактерицидные облучатели широко используются в медицинских организациях, на предприятиях пищевой промышленности, в микробиологических лабораториях и т.д. Однако необходимо

отметить, что бактерицидный эффект УФ ламп наблюдается только в узком диапазоне длин волн (200–300 нм) и только в случае получения микроорганизмами необходимой бактерицидной дозы.

Эффективность УФ-бактерицидных ламп позволяет осуществлять инактивацию многих видов микроорганизмов с эффективностью не менее 99% за время прохождения воздуха через установку (т.е. за время не более 1 секунды). Однако необходимо отметить, что наиболее значимым недостатком УФ облучения является относительная устойчивость к нему спор бактерий и плесневых грибов, в связи с чем в ходе обеззараживания воздуха в медицинских помещениях эффективность их инактивации недостаточна. Также, необходимо учитывать, что в ходе эксплуатации УФ-ламп мощность их излучения постоянно снижается, что затрудняет их эффективное использование. Из плюсов бактерицидных облучателей необходимо отметить их низкую стоимость и доступность для потребителей.

Одной из наиболее эффективных технологий обеззараживания воздуха является инактивация микроорганизмов под воздействием постоянных электрических полей, с последующей фильтрацией инактивированной биомассы микроорганизмов и аэрозольных частиц на электростатическом осадителе. Данный метод разработан в России, запатентован и реализован в установках обеззараживания воздуха (УОВ) «Поток», выпускаемых ООО НПФ «Поток Интер».

Метод позволяет инактивировать микроорганизмы и вирусы, находящиеся в обрабатываемом воздухе, за 0,5 секунды и предотвращать их накопление на фильтрах. Автоматика, осуществляющая непрерывный контроль за параметрами, определяющими эффективность работы, позволяет обеспечить высокую надежность и безопасность эксплуатации установок и систем обеззараживания воздуха [13].

Эффективность работы установок «ПОТОК» по инактивации микроорганизмов изучалась во многих ведущих отечественных и зарубежных специализированных институтах. Результаты воздействия УОВ «Поток» на структуры бактериальных и дрожжевых клеток можно проиллюстрировать фотографиями, полученными методами электронной микроскопии – ультратонких срезов и криофрактографии в Институте биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина РАН (рис.).

На фотографиях наглядно видна полная дезорганизация клеточных структур после воздействия УОВ «Поток».

Эффективность инактивации вирусов была проверена в ГНЦ ВБУ «ВЕКТОР». Совместно с НПФ «Поток Интер» был разработан проект методических указаний «Методика определения эффективности работы установок обеззаражива-

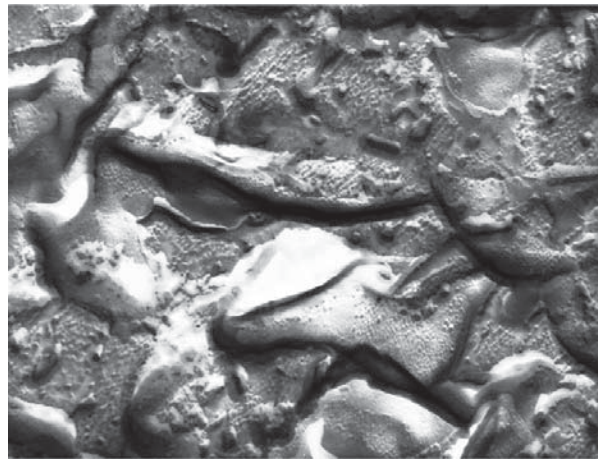
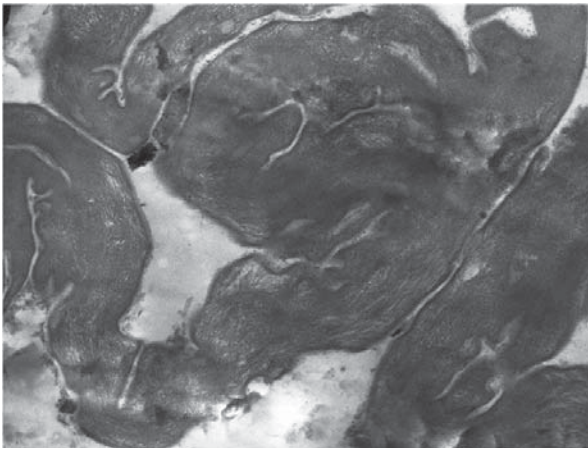


Рис. Структура биологического материала в смыве с фильтра (слева – метод ультратонких срезов, справа – метод криофрактографии)

ния воздуха по инактивации микроорганизмов, находящихся в обрабатываемом воздушном потоке», который в настоящее время находится на согласовании.

К достоинствам технологии и установок «ПОТОК» также можно отнести предотвращение размножения микроорганизмов на фильтрах, что предотвращает формирование устойчивости микроорганизмов к данному методу инактивации, низкое электропотребление, большой ресурс работы и отсутствие расходных материалов. Всё это позволяет существенно снизить расходы на эксплуатацию и техническое обслуживание систем обеззараживания воздуха в медицинских организациях.

Установки «Поток 150-М-01» с высокой эпидемиологической эффективностью функционируют в системах вентиляции «чистых» и «особо чистых» помещений многих медицинских учреждений: ГКБ № 1 им. Н.И. Пирогова, ГКБ им. С.П. Боткина, ГКБ № 24 г. Москвы, Главном военном клиническом госпитале им. Бурденко, Научно-практическом центре медицинской помощи детям с пороками развития черепно-лицевой области и врождёнными заболеваниями нервной системы в г. Солнцево, Перинатальных центрах в городах Ростов-на-Дону, Кемерово, Тверь, Рязань, Красноярск и др.

Таким образом, регламентированный в СанПиН 2.1.3.2630-10 метод обеззараживания воздуха, в основе которого лежит высокоэффективная инактивация микроорганизмов с последующей фильтрацией воздуха, является наиболее прогрессивным и эффективным.

Наряду с высоким уровнем биобезопасности, данный метод позволяет обеспечить высокую стабильность и надежность поддержания требуемой микробиологической чистоты воздуха, упростить техническое обслуживание систем обеззараживания и существенно сократить эксплуатационные расходы.

Использование данного метода может быть эффективно в системах вентиляции общественных зданий (вокзалы, супермаркеты, административные и общественные здания), позволит решить многие проблемы, связанные с предотвращением распространения инфекций и обеспечением микробиологической чистоты воздуха в помещениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Покровский В.И., Акимкин В.Г., Брико Н.И., Брусина Е.Б., Зуева Л.П., Ковалишена О.В., Стасенко В.Л., Тутельян А.В., Фельдблюм И.В., Шкарин В.В. Внутрибольничные инфекции: новые горизонты профилактики // Эпидемиология и инфекционные болезни, 2011. – № 1. – С. 4-7.
2. Покровский В.И., Брико Н.И., Брусина Е.Б., Благонравова А.С., Зуева Л.П., Ковалишена О.В., Стасенко В.Л., Тутельян А.В., Фельдблюм И.В., Шкарин В.В. Основы современной классификации инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы, 2011. – № 3. – С. 4-10.
3. Акимкин В.Г., Тутельян А.В., Брусина Е.Б. Актуальные направления научных исследований в области неспецифической профилактики инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы, 2014. – № 2. – С. 40-44.
4. Федорова Л.С., Юзбашев В.Г., Попов С.А., Пузанов В.А., Севастьянова Э.В., Акимкин В.Г. Фролова Н.В., Мясникова Е.Б., Волченков Г.В., Проньков В.А., Наголкин А.В. Руководство «Система инфекционного контроля в противотуберкулезных учреждениях». Под ред. Л.С.Фёдоровой. – М.- Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2013.
5. Борисоглебская А.П. Лечебно-профилактические учреждения: Общие требования к проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. – М.: «АВОК-ПРЕСС», 2008. – 144 с.
6. Онищенко Г.Г., Пальцев М.А., Зверев В.В. Биологическая безопасность. – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2006. – 304 с.
7. Дмитриева В.А., Боронин А.М., Дмитриев В.В., Доброхотский О.Н., Жариков Г.А., Коломбет Л.В., На-

- голкин А.В., Тюрин Е.А., Храмов М.В. Учебное пособие по биобезопасности. – Тула: Издательство ТулГУ. – 2013. – 500 с.
8. ГОСТ Р 51251-99. Фильтры очистки воздуха. Классификация. Маркировка. – М.: Госстандарт России, 1999.
 9. СанПиН 2.1.3.2630-10. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность. – М.: Минздрав России, 2010.
 10. ГОСТ Р 52539-2006. Национальный стандарт Российской Федерации «Чистота воздуха в лечебных учреждениях». Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2006.
 11. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы. – М.: 2003.
 12. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.: Минрегион России, 2012.
 13. Подопригора Г.И., Байнов Н.А., Шкопоров А.Н., Кулагина Е.В., Ефимов Б.А., Кафарская Л.И., Володина Е.В., Наголкин А.В., Паршин В.В., Поддубный В.А. Оценка эффективности стерилизации воздуха при комбинированном использовании установки «Поток 150-М-01» с НЕРА-фильтром в гнотобиологическом изоляторе // Стерилизация и госпитальные инфекции, 2009. – № 2 (12). – С. 34-39.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Акимкин Василий Геннадьевич – зам. директора по научной работе НИИДезинфектологии, член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор; служеб. тел.: (495) 332-01-50, e-mail: vgakimkin@yandex.ru

Наголкин Александр Владимирович – Генеральный директор ООО научно-производственная фирма «Поток-Интер»

Володина Елена Владимировна – директор ООО научно-производственная фирма «Поток-Интер»

Борисоглебская Анна Петровна – кандидат технических наук, доцент кафедры отопление и вентиляция ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет» Министерства образования и науки РФ

Сафатов Александр Сергеевич – доктор биологических наук, начальник отдела ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор»

MODERN NATIVE TECHNOLOGY OF DISINFECTING OF AIR BY METHOD OF AN INACTIVATION OF MICROORGANISMS

A.V. Nagolkin¹, E.V. Volodina¹, V.G. Akimkin^{2,3,4}, A.P. Borisoglebskaya⁵, A.C. Safatov⁶

¹Scientific and Production Firm «Potok Inter»:

2–18 Khavskaya str., Moscow, 115162, Russian Federation;

²Scientific Research Disinfectology Institute of Federal Service in Supervision of Protection of Rights of Consumers and Prosperity of a Man:

18 Nauchniy proezd, Moscow, 117246, Russian Federation;

³Central Scientific Research Epidemiology Institute of Federal Service in Supervision of Protection of Rights of Consumers and Prosperity of a Man:

3a Novogireevskaya str., Moscow, 111123, Russian Federation;

⁴I.M. Sechenov's First Moscow State Medical University:

8, stroenie 2 Trubetskaya str., Moscow, 119991, Russian Federation;

⁵Moscow State University of Civil Engineering of the Ministry of education and science of Russian Federation:

26 Yaroslavskoye shosse, Moscow, 129337, Russian Federation;

⁶State Research Center of Virology and Biotechnology «Vector» of Federal Service in Supervision of Protection of Rights of Consumers and Prosperity of a Man:

Koltsovo, Novosibirsk region, 630559, Russian Federation.

Problems of disinfecting of air in medical institutions are discussed. The most widespread technologies of ensuring microbiological purity of air are given. The special attention is paid to technologies of an inactivation of microorganisms in air, their merits and demerits are given. As the most perspective technologies of disinfecting of air use of the «Stream» technology based on an inactivation of microorganisms under the influence of constant electric fields, with the subsequent filtration of the inactivated biomass of microorganisms and aerosol particles on an electrostatic precipitator is offered.

Key words: air disinfecting, inactivation of microorganisms in air, the HEPA-filtration, influence of constant electric fields, «Stream» technology.

REFERENCES

1. Pokrovskiy V.I., Akimkin V.G., Briko N.I., Brusina E.B., Zueva L.P., Kovalishena O.V., Stasenko V.L., Tutel'yan A.V., Fel'dblyum I.V., Shkarin V.V. Vnutribol'nichnye infektsii: novye gorizonty profilaktiki [Intrahospital infections: new horizons of prevention]. *Epidemiologiya i infeksionnye bolezni*, 2011, no. 1, pp. 4-7.
2. Pokrovskiy V.I., Briko N.I., Brusina E.B., Blagonravova A.S., Zueva L.P., Kovalishena O.V., Stasenko V.L., Tutel'yan A.V., Fel'dlyum I.V., Shkarin V.V. Osnovy sovremennoy klassifikatsii infektsiy, svyazannykh s okazaniem meditsinskoy pomoshchi [Bases of modern classification of the infections connected with delivery of health care]. *Epidemiologiya i infeksionnye bolezni. Aktual'nye voprosy*, 2011, no. 3, pp. 4-10.
3. Akimkin V.G., Tutel'yan A.V., Brusina E.B. Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy v oblasti nespetsificheskoy profilaktiki infektsiy, svyazannykh s okazaniem meditsinskoy pomoshchi [The actual directions of scientific researches in the field of nonspecific prevention of the infections connected with delivery of health care]. *Epidemiologiya i infeksionnye bolezni. Aktual'nye voprosy*, 2014, no. 2, pp. 40-44.
4. Fedorova L.S., Yuzbashev V.G., Popov S.A., Puzanov V.A., Sevast'yanova E.V., Akimkin V.G., Frolova N.V., Myasnikova E.B., Volchenkov G.V., Pron'kov V.A., Nagolkin A.V. *Rukovodstvo «Sistema infeksionnogo kontrolya v protivotuberkuleznykh uchrezhdeniyakh». Pod red. L.S. Fedorovoy* [The management "System of infectious control in TB facilities". (Ed. L.S. Fedorova)]. Moscow-Tver': OOO «Izdatel'stvo «Triada», 2013.

5. Borisoglebskaya A.P. *Lechebno-profilakticheskie uchrezhdeniya: Obshchie trebovaniya k proektirovaniyu sistem otopleniya, ventilyatsii i konditsionirovaniya vozdukh* [Treatment-and-prophylactic establishments: General requirements to design of systems of heating, ventilation and air conditioning]. Moscow: «AVOK-PRESS», 2008, 144 p.
6. Onishchenko G.G., Pal'tsev M.A., Zverev V.V. *Biologicheskaya bezopasnost'* [Biological safety]. Moscow: «Izdatel'stvo «Meditsina», 2006, 304 p.
7. Dmitrieva V.A., Boronin A.M., Dmitriev V.V., Dobrokhotskiy O.N., Zharikov G.A., Kolombet L.V., Nagolkin A.V., Tyurin E.A., Khramov M.V. *Uchebnoe posobie po biobezopasnosti* [The manual on biosafety]. Tula: Izdatel'stvo TulGU. 2013, 500 p.
8. GOST R 51251-99. *Fil'try ochistki vozdukh. Klassifikatsiya. Markirovka* [GOST P 51251-99. Filters of purification of air. Classification. Marking.]. Moscow: Gosstandart Rossii, 1999.
9. SanPiN 2.1.3.2630-10. *Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k organizatsiyam, osushchestvlyayushchim meditsinskuyu deyatel'nost'* [SanPiN 2.1.3.2630-10. Sanitary and epidemiologic requirements to the organizations which are carrying out medical activity]. Moscow: Minzdrav Rossii, 2010.
10. GOST R 52539-2006. *Natsional'nyy standart Rossiyskoy Federatsii «Chistota vozdukh v lechebnykh uchrezhdeniyakh». Obshchie trebovaniya* [GOST P 52539-2006. The national standard of the Russian Federation "Purity of air in medical institutions". General requirements.]. Moscow: Standartinform, 2006.
11. GN 2.2.5.1313-03. *Predel'no dopustimye kontsentratsii (PDK) vrednykh veshchestv v vozdukh* [GN 2.2.5.1313-03. The Maximum Permissible Concentration (MPC) of harmful substances in air of a working zone. Hygienic standards.]. Moscow: 2003.
12. SP 60.13330.2012. *Otoplenie ventilyatsiya i konditsionirovanie vozdukh* [Joint venture 60.13330.2012. Heating ventilation and air conditioning]. Moscow: Minregion Rossii, 2012.
13. Podoprigora G.I., Baynov N.A., Shkoporov A.N., Kulagina E.V., Efimov B.A., Kafarskaya L.I., Volodina E.V., Nagolkin A.V., Parshin V.V., Poddubnyy V.A. *Otsenka effektivnosti sterilizatsii vozdukh pri kombinirovannom ispol'zovanii ustanovki «Potok 150-M-01» s NERA-fil'trom v gnotobiologicheskom izolyatore* [Assessment of efficiency of sterilization of air at the combined use of the "Stream 150-M-01" installation with the NERA-filter in gnotobiology insulator]. *Sterilizatsiya i gospital'nye infektsii*, 2009, no. 2 (12), pp. 34-39.

AUTHORS

Akimkin Vasily Gennad'evich – Corresponding Member of Russian Academy of Science, Doctor of Medical Science, Professor; Director Deputy of Scientific Research Disinfectology Institute; tel.: (495) 332-01-50, e-mail: AkimkinVG@niid.ru.

Nagolkin Aleksandr Vladimirovich – CEO in Scientific and Production Firm «Potok Inter»

Volodina Elena Vladimirovna – directress in Scientific and Production Firm «Potok Inter»

Borisoglebskaya Anna Petrovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Heating and Ventilation in Moscow State University of Civil Engineering

Safatov Aleksandr Sergeevich – Doctor of Science in Biology, Head of Department in State Research Center of Virology and Biotechnology «Vector»

УДК 614.449.57(048)

РЕЗИСТЕНТНОСТЬ К АВЕРМЕКТИНАМ ЧЛЕНИСТОНОГИХ, ИМЕЮЩИХ МЕДИЦИНСКОЕ И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)

М.А. Алексеев

ФБУН «Научно-исследовательский институт дезинфектологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека:
117246, Москва, Научный проезд, д. 18.

В обзоре впервые в мире проанализированы результаты исследований зарубежных и отечественных исследователей, посвящённые различным аспектам проблемы возникновения резистентности к авермектинам у членистоногих, имеющих медицинское и санитарно-гигиеническое значение. Согласно имеющимся в мировой литературе данным, изменение чувствительности к авермектинам зарегистрировано у чесоточных клещей, синантропных тараканов, вшей и двукрылых (кровососущие комары и комнатная муха). В подавляющем большинстве случаев в природных условиях резистентность к авермектинам возникает у мультирезистентных популяций с комплексным механизмом устойчивости к инсектоакарицидам из различных классов химических соединений, но её уровень пока сравнительно невысок. В лабораторных условиях можно достичь более высокого уровня резистентности к авермектинам только в результате интенсивной селекции, которая в природных условиях маловероятна из-за токсикологических ограничений при использовании пестицидов. Для успешного использования авермектинов в борьбе с популяциями членистоногих, имеющих медицинское и санитарно-гигиеническое значение, в нашей стране необходимо проведение периодического мониторинга их устойчивости к соединениям из данного класса.

Ключевые слова: резистентность, перекрёстная резистентность, авермектины, борьба с членистоногими, чесоточные клещи, насекомые, синантропные тараканы, вши, кровососущие комары, комнатная муха.

Введение. Резистентность членистоногих к пестицидам в настоящее время является общемировой проблемой, которая, в частности, представляет серьёзное препятствие для осуществ-

ления мероприятий по неспецифической профилактики инфекционных болезней человека. Одним из способов преодоления этой проблемы считается применение для борьбы с членистоно-