

УДК 331.451

DOI: 10.46548/21vek-2020-0951-0028

К ВОПРОСУ О БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА СЕРВИСНОГО ПЕРСОНАЛА ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

© 2020

Губин Богдан Валерьевич, аспирант кафедры «Управление безопасностью в техносфере»

Нарусова Елена Юрьевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры

«Управление безопасностью в техносфере»

Стручалин Владимир Гайозович, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Управление безопасностью в техносфере»

Российский университет транспорта (МИИТ)

(127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, д 9, стр. 9,

e-mails: bvgubin@gmail.com, Kafedra2009@inbox.ru Struchalin_v@bk.ru)

Аннотация. Развитие пассажирского железнодорожного сообщения ставит новые задачи по эксплуатации и сервисному обслуживанию подвижного состава. Внедрение современных технологий требует от персонала более высокой квалификации и приводит к возникновению дополнительных производственных факторов, воздействующих на работников. Задачи охраны труда сервисного персонала подвижного состава требуют не только качественного обучения охране труда, но и совершенствования обслуживаемых устройств, в частности, установок обеззараживания воздуха (УОВ), являющихся неотъемлемой частью оборудования современных пассажирских вагонов. В статье рассмотрены основные методы обеззараживания воздуха, описаны конструктивные особенности УОВ с различными видами ламп, в частности, с ультрафиолетовыми лампами, и связанные с ними опасности для обслуживающего персонала. Представлены результаты анализа применения технологии обеззараживания воздуха на пассажирском подвижном составе. Отражены используемые конструктивные решения, а также перспективные методы обеззараживания. Выделены несколько направлений дальнейшего исследования и совершенствования технологии обеззараживания воздуха с использованием ультрафиолетового излучения в пассажирском подвижном составе. Обсуждаются некоторые аспекты охраны труда при обслуживании встраиваемых установок обеззараживания воздуха. Решение задачи улучшения условий труда работников сервисной службы требует разработки новых технологических решений, для чего необходимы исследования по следующим направлениям: установление зависимости степени инактивации микроорганизмов и вирусов от времени эксплуатации ультрафиолетовых ламп и исследование возможности увеличения их срока службы; способы удаления токсичных химических веществ, выделяемых в окружающую среду в аварийном случае; совершенствование конструкции УОВ с целью мгновенной диагностики повреждения ламп в аварийной ситуации; применение газоанализаторов для определения наличия паров ртути в рециркуляционном воздухе.

Ключевые слова: обеззараживание воздуха на транспорте, безопасность труда сервисного персонала, охрана труда и окружающей среды, установки обеззараживания воздуха.

ON THE ISSUE OF OCCUPATIONAL SAFETY OF SERVICE PERSONNEL FOR PASSENGER RAIL CARRIAGES

© 2020

Gubin Bogdan Valerevich, postgraduate Department of security management in the Technosphere

Narusova Elena Yurievna, candidate of technical sciences, associate professor,

associate professor of the Department of security management in the Technosphere

Struchalin Vladimir Gajozovich, candidate of technical sciences,

associate professor of the Department of security management in the technosphere

Russian University of Transport (MIIT)

(127994, Moscow, Russia, st. Obrazcova, 9, building 9,

e-mails: bvgubin@gmail.com, Kafedra2009@inbox.ru Struchalin_v@bk.ru)

Abstract. The development of passenger railway communication sets new tasks for the operation and maintenance of rolling stock. The introduction of modern technologies requires highly qualified personnel and leads to the emergence of additional factors affecting employees. An integral part of the equipment of modern passenger cars is required, which are an integral part of the equipment of modern passenger cars, which are an integral part of the equipment of modern passenger cars. The article discusses the main methods of air disinfection, describes the design features of installations with various types of lamps, in particular, with ultraviolet lamps, and the dangers associated with them for service personnel. The results of the analysis of the application of air disinfection technology on passenger rolling stock are presented. The used constructive solutions, as well as promising methods of disinfection are reflected. Several directions of further research and improvement of air disinfection technology using ultraviolet radiation in passenger rolling stock have been identified. Some aspects of labor protection when servicing built-in air disinfection units are discussed. Solving the problem of improving working conditions for service workers requires the development of new technological solutions, which requires research in the following areas: establishing the dependence of the degree of inactivation of

microorganisms and viruses on the operating time of ultraviolet lamps and studying the possibility of increasing their service life; methods of disposal of toxic chemicals released into the environment in an emergency; improving the design of installations in order to instantly diagnose lamp damage in an emergency; the use of gas analyzers to determine the presence of mercury vapors in the recirculated air.

Keywords: air disinfection at transport, occupational safety, environmental and health safety, air disinfection installations.

Введение. Пассажирский транспорт, являясь одной из важнейших отраслей экономики, выполняет экономические и социальные функции, в большой степени отражает современный уровень общества и создаёт предпосылки для его дальнейшего развития. Значение комфортабельного и безопасного общественного пассажирского транспорта, способного обеспечить надёжное и быстрое сообщение между отдалёнными регионами, особенно велико для государств с протяжёнными территориями. Как известно, российский транспорт имеет богатую историю. Однако технологический прогресс не стоит на месте, современные технологии постепенно внедряются во всех отраслях экономики, и транспортная отрасль не является исключением. Так же, как и в других сферах экономики, на транспорте применяются новейшие решения.

Автоматизация производства, активно проводившаяся с конца XX века, в настоящее время переходит в дигитализацию, то есть цифровое управление техническими системами.

Обеспечение безопасных условий труда работников железнодорожного транспорта выделяется в качестве основного направления политики в области охраны труда ОАО «РЖД» [1]. Комплекс проблем в области обеспечения безопасных условий труда на железнодорожном транспорте лежит в плоскости организационных и технических мероприятий в области обучения и инструктирования работников [2], текущего ремонта и содержания железнодорожного пути, нормализации условий труда членов локомотивных бригад, обслуживания и ремонта тягового подвижного состава, вагонов и многих других направлений работы.

Современный подвижной состав активно использует микроэлектронику в совокупности со специализированным программным обеспечением не только для создания комфорта пассажиров, но и для повышения технологичности сервисного обслуживания. При помощи цифровых систем управления транспортное средство проводит самодиагностику, тем самым локализуя конкретную подсистему и подсказывая эксплуатационному или сервисному персоналу, где возникла неисправность. Это позволяет мгновенно предотвратить отказ той или иной системы, находясь непосредственно на маршруте следования, и оценить уровень безопасности дальнейшего движения для пассажиров.

Наряду с повышением комфортабельности и эксплуатационной надёжности подвижного состава большое внимание уделяется безопасности и пассажиров, и работников, занимающихся эксплуатацией и ремонтом. Общественный транспорт является местом

наибольшего скопления людей и, соответственно, повышенного риска распространения заболеваний. Пассажиропоток мегаполисов ежедневно достигает нескольких миллионов человек [3]. В настоящее время в связи с угрозой распространения COVID-19 особую актуальность приобретает проблема обеспечения безопасных перевозок в общественном транспорте.

Целью исследования является оценка возможности технологических усовершенствований устройств обеззараживания воздуха на пассажирском транспорте для повышения безопасности труда сервисного персонала.

Материалы и результаты исследования. Санитарная обработка подвижного состава как железнодорожного, так и автомобильного общественного транспорта проводится в полной мере в соответствии со стандартами и нормами [4, 5] и, как правило, сочетает в себе разные методы.

Существует несколько методов, и соответственно, видов оборудования для дезинфекции [6-8]:

1) термические методы – обработка высокими температурами, горячим паром;

2) физические методы – обработка ультрафиолетовым излучением, обработка озоном, воздействие электрического поля критической напряженности;

3) химические методы – использование специальных антисептических средств, аэрозолей;

4) механические методы – влажная уборка посредством ручного труда;

5) биологические методы – использование средства биологического происхождения, в основе метода лежит антагонистический эффект взаимодействия между микроорганизмами;

6) комбинированные методы – сочетают в себе несколько методов.

Наиболее распространены физические методы обеззараживания воздуха ультрафиолетовым излучением (УФ). Обработка озоном, в основном, применяется при перевозке грузов, в рефрижераторных вагонах для сохранения продукции, для обработки вагонов-цистерн [9]. В пассажирских перевозках озонирование ограничено, т. к. превышение ПДК (0.2 мг/м^3) озона в помещении приводит к отравлению. Озонирование должно производиться в отсутствие людей, кроме того, оно требует дополнительных мероприятий по проветриванию после дезинфекции, что не всегда возможно в условиях эксплуатации подвижного состава [10].

Салонное пространство, например, вагонов метрополитена и пассажирских электропоездов, обрабатывается специальными антисептиками, также используются установки с ультрафиолетовыми лампами,

применяемые в медицине для деактивации микроорганизмов. Однако данные мероприятия возможно

производить после возвращения транспортного средства с маршрута эксплуатации в депо (рис.1) [11].

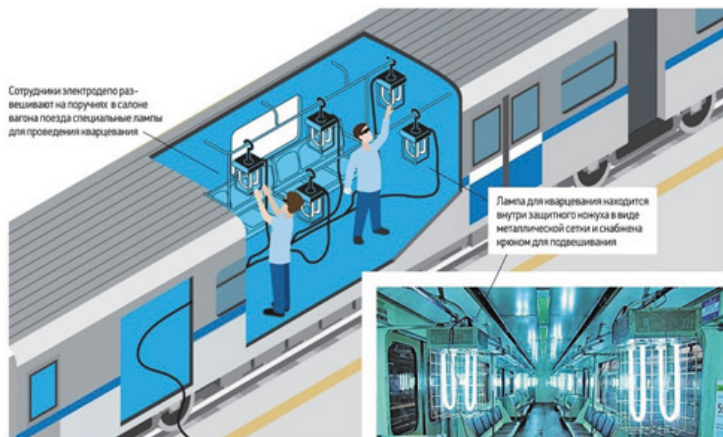


Рисунок 1 – Метод дезинфекции вагонов метрополитена ультрафиолетовым излучением в электродепо

Совершенствование конструкции климатического оборудования для поддержания комфортного микроклимата внутри салона и модернизация современного подвижного состава позволили использовать установки по обеззараживанию воздуха (УОВ) непосредственно во время движения. При этом в зависимости от конструкции климатической системы облучению может подвергаться либо рециркуляционный воздушный поток, либо воздушные фильтры. В качестве источников излучения производители климатического и дезинфицирующего оборудования используют разные виды ламп, например, ртутные или амальгамные. К каждому виду ламп предъявляются различные требования по эксплуатации, замене и утилизации.

В российской практике для обеззараживания воздуха на транспорте широко применяются монолитные установки обеззараживания воздуха, как правило, с одной или несколькими амальгамными лампами. Принцип действия такой установки основан на облучении воздушного потока рециркуляционного или свежего воздуха ультрафиолетовым излучением с длиной волны 254 нм и мощностью около 200 Вт. Установка монтируется в потолочное пространство пассажирского вагона в месте расположения воздушного канала. В зависимости от конструкции климатической системы установка по обеззараживанию воздуха может быть автономной или являться составной частью климатической установки [12,13].

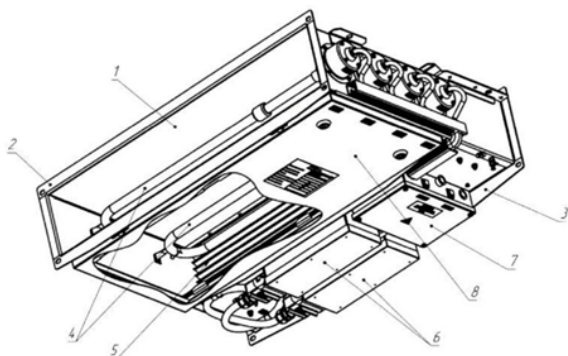


Рисунок 2 – Монолитная установка обеззараживания воздуха

На рисунке 2 изображена установка с несколькими амальгамными лампами, где:

1 – корпус; 2 – впускное воздушное окно; 3 – выпускное воздушное окно; 4 – УФ лампы; 5 – защитная решетка от УФ излучения; 6 – пускорегулирующий аппарат (ПРА); 7 – соединительная коробка УФ ламп и ПРА; 8 – люк для технического обслуживания и замены ламп [12].

Конструктивным вариантом исполнения может быть установка по обеззараживанию воздуха (УОВ), располагаемая внутри климатической установки и облучающая фильтрующий поток свежего воздуха (рис. 3).

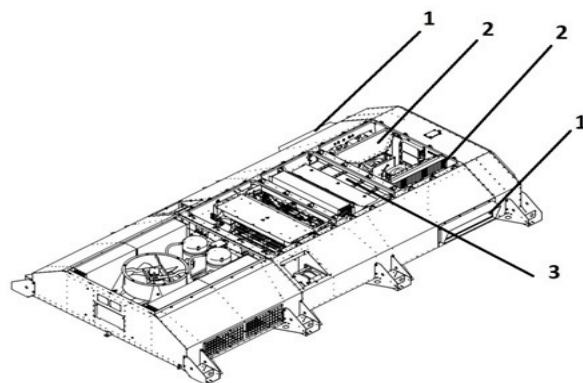


Рисунок 3 – Климатическая установка пассажирского вагона со встроенной УОВ.

1 – приточное окно; 2 – воздушный фильтр; 3 – УОВ

В зарубежной практике чаще встречаются климатические установки со встроенными ртутными лампами малой мощности около 60 Вт, которые направляют поток УФ-излучения на воздушные фильтры. Такой вариант исполнения УОВ наиболее легок в обслуживании и требует меньше места для размещения УФ-ламп.

На рисунке 4 представлены климатическая установка с ртутными лампами, располагаемая в специальном отсеке с сервисным люком и датчиком закрытия люка, и реле, отключающее лампы по время срабатывания датчика (открытия люка). Такое устройство обеспечивает безопасность сервисного обслужи-

вания, защищая персонал от ожога кожи и глаз.

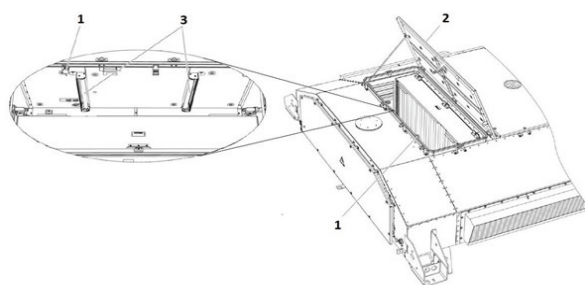


Рисунок 4 – Конструкция климатической установки со встроенными ртутными лампами.

1 – датчик закрытия люка; 2 – сервисный люк для ТО; 3 – ртутные лампы УФ-излучения

Независимо от конструктивного исполнения УОВ, основной их задачей является максимальная деактивация микроорганизмов, находящихся в воздушной среде. Преимущества и недостатки различных устройств обеззараживания воздуха описаны учеными Скачковой О.С., Хамановым И.Г., Довлатовым И.М. и др. [14-16].

Наиболее важным критерием выбора УФ-лампы является степень инактивации микроорганизмов и вирусов, зависящая от интенсивности облучения. Было доказано, что наиболее эффективная инактивация бактерий и, в том числе, коронавирусов происходит при длине волны УФ-излучения в 254 нм и при дозе излучения 339-423 мкВт*с/см² [17].

Одним из параметров, определяющим ресурс УФ-лампы, является степень инактивации микроорганизмов, уменьшающаяся со временем её эксплуатации. Существует новая технология УФ-ламп – *Far-ULC*, при которой используются преимущественно светодиодные УФ-модули, выделяющие некоторое количество озона. При длине волны 222 нм и дозе облучения 1.2 – 1.7 мДж/см² в течение 25 минут деактивируется до 99,9% коронавирусов [18]. Основным преимуществом этой технологии является большая безопасность, достигающаяся благодаря минимальному воздействию ультрафиолетового излучения на глаза и кожу человека. Однако выделение озона вызывает необходимость дополнительных мероприятий, например, проветривания помещений. На рисунке 5 представлена зависимость степени инактивации микроорганизмов и вирусов от дозы излучения [19].

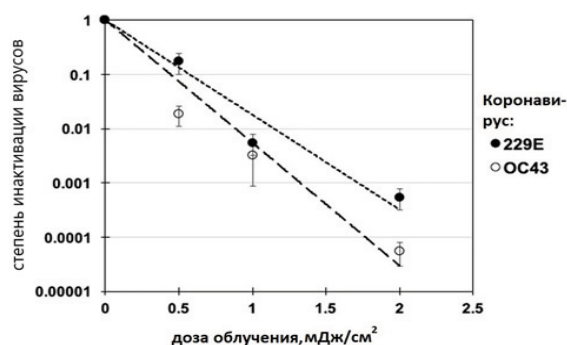


Рисунок 5 – График зависимости степени обеззараживания от дозы УФ-излучения

Заключение. Обеспечение безопасности пассажиров и охрана труда работников сервисных и эксплуатационных служб, занимающихся обслуживанием установок обеззараживания воздуха, являются в настоящее время актуальными задачами.

Разработка новых технологических решений связана с необходимостью исследований по следующим направлениям:

- 1) установление зависимости степени инактивации микроорганизмов и вирусов от времени эксплуатации ультрафиолетовых ламп и исследование возможности увеличения их срока службы;
- 2) способы удаления токсичных химических веществ, выделяемых в окружающую среду в аварийном случае;
- 3) совершенствование конструкции УОВ с целью мгновенной диагностики повреждения ламп в аварийной ситуации; применение газоанализаторов для определения наличия паров ртути в рециркуляционном воздухе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Распоряжение ОАО «РЖД» от 29.12.2016 № 2773р «Об утверждении СТО РЖД 15.001-2016 «Система управления охраной труда в ОАО «РЖД». Общие положения» (вместе с «СТО РЖД 15.001-2016. Стандарт...») // СПС «Консультант-Плюс».
2. Степанов, А.Н. Разработка методики проведения внепланового инструктажа по случаю производственного травматизма, учитывающей человеческий фактор. [Текст] / А.Н. Степанов, Е.Ю. Нарусова, В.Г. Стручалин // Безопасность труда в промышленности. – 2020. – №7. – С. 67-72.
3. Губин, Б. В. К вопросу о безопасности труда и жизнедеятельности при эксплуатации установок обеззараживания воздуха на железнодорожном подвижном составе / Б.В. Губин // Актуальные проблемы техносферной безопасности Москва, 06-12 марта 2019 г.: сб. науч. статей национальной научно-практической конференции. 2019 – М.: Изд-во Российский университет транспорта (Москва), 2019. – С. 248-251.
4. СП 2.5.1198-03 «Санитарные правила по организации пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте»
5. СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях»
6. Шестопалов, Н. В. Совершенствование методических подходов к управлению риском распространения инфекций с аэрозольным механизмом передачи возбудителя / Н. В. Шестопалов, А. Ю. Скопин, Л. С. Федорова, Т. В. Гололобова // Анализ риска здоровью. – 2019. – №1. – С. 84-92.
7. Наголкин, А. В. Современные научные и практические тенденции в области обеззараживания воздуха в медицинских организациях / Наголкин А. В., Володина Е. В., Загидуллов М. Ф., Акимкин В. Г., Борисоглебская А. П., Сафатов А. С., Кузин В. В., Дмитриева В. А. // Здоровье населения и среда обитания – 2016. – №2 (275). – С. 47-51.
8. Новикова, Н. Д. Итоги и перспективы использования технологии микробиологической очистки воздуха с помощью установок «Поток» в космической медицине / Новикова Н. Д., Поддубко С. В., Дешева Е. А., Наголкин А. В., Володина Е. В., Загидуллов М. Ф. // Авиакосмическая и экологическая медицина – 2016. – Т.50 – №3 – С. 10-16.
9. Ким, К. К. Использование озоновых технологий для решения задач дезинфекции на железнодорожном транспорте / К. К. Ким, А. И. Кручинин, Г. Л. Спичкин, Е. К. Чистов //

Современные подходы к обеспечению гигиенической, санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности на железнодорожном транспорте: сб. трудов ученых и специалистов транспортной отрасли. – М.: Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожной гигиены Роспотребнадзора, 2016. – С. 8-16.

10. Possibility of Using ozone micro nano bubbles, ozone therapy & routine daily activities cure and protect against corona virus infection [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.nanobubble.com/possibility-of-using-ozone-micro-nano-bubbles-ozone-therapy-routine-daily-activities-to-cure-and-protect-against-corona-virus-infection/>

11. Как кварцуют вагоны метро [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://asmetro.ru/news/technic/--/id/6825>

12. Пат. 143645 U1 Российская Федерация, МПК А61L 2/10, В61D 27/00 Установка для обеззараживания воздуха ультрафиолетовым излучением в вагонах электропоездов / Костюченко С. В., Кикнадзе Н. Д., Тимаков С. В., Ситников А. С., Карелин А. А., Большаков Б. В., Карпычев Д. В., Соколов Д. В.; патентообладатель Кикнадзе Н. Д. – № 2013158635/15; заявл. 30.12.13; опубл. 27.07.14, Бюл. № 21. – 8 с.

13. Пат. 143401 U1 Российская Федерация, МПК А61L 9/20, В61D 27/00 Установка для обеззараживания воздуха ультрафиолетовым излучением в пассажирском вагоне / Костюченко С. В., Кикнадзе Н. Д., Тимаков С. В., Ситников А. С., Карелин А. А., Большаков Б. В., Карпычев Д. В., Соколов Д. В.; патентообладатель Кикнадзе Н. Д. – № 2013157390/15; заявл. 25.12.13; опубл. 20.07.14, Бюл. № 20. – 6 с.

14. Юдаева, О. С. Совершенствование системы обеспечения безопасных условий труда проводников пассажирских вагонов: дис. ... докт. техн. наук: 05.26.01 / Юдаева Оксана Сергеевна; [Место защиты: Моск. гос. ун-т путей сообщ. (МИИТ) МПС РФ]. – Москва, 2015. – 343 с.

15. Хаманов, И. Г. Улучшение условий труда работников железнодорожной отрасли с учетом риска воздействия биологического фактора: дис. ... кан. техн. наук: 05.26.01 / Хаманов Иван Геннадьевич; [Место защиты: Рос. ун-т транспорта]. – Москва, 2018. – 172 с

16. Довлатов, И. М. Факторы, влияющие на эффективность источников УФ излучения/ Довлатов И. М. // Инновации в сельском хозяйстве – 2017. – №2 (23) – С. 61-66.

17. Профилактика COVID-19 [Электронный ресурс]. – режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Профилактика_COVID-19#Резистентность_к_ультрафиолету_разной_длины_волны

18. Far-UVC light: A new tool to control the spread of airborne-mediated microbial diseases [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-21058-w>

19. Far-UVC light (222 nm) efficiently and safely inactivates airborne human coronaviruses [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-67211-2>

Статья поступила в редакцию 15.11.2020

Статья принята к публикации 11.12.2020