

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА ПРОВОДНИКОВ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ АНТИМИКРОБНОЙ ПЛЕНКИ В ПОМЕЩЕНИЯХ ВАГОНА



И.А. Коновал



П.Ф. Бестемьянов

В настоящее время не стоит забывать об обеспечении эпидемиологической безопасности и охраны труда проводников пассажирских вагонов железнодорожного транспорта, постоянно контактирующих с повышенным количеством банальной бактериальной микрофлоры, что может вызвать заражение и последующее заболевание. Одним из способов снижения передачи патогенных бактерий может служить антимикробная пленка с ионами серебра PURZON060B (PURE ZONE).

*Ключевые слова:* эпидемиологическая безопасность, проводники пассажирских вагонов, антимикробная пленка, PURZON060B

EDN: PHGZPA

**В** XXI веке интенсивно развивается железнодорожный транспорт, что обусловлено высоким спросом на пассажирские перевозки. С увеличением спроса увеличивается и риск возникновения эпидемиологической неблагоприятной обстановки на объектах железнодорожного транспорта. Таким образом, комфортное и безопасное пребывание пассажиров и проводников поезда в длительных поездках является важной задачей на железнодорожном транспорте.

Особенностями труда работы проводников пассажирских вагонов являются разъездной характер и ненормированный режим труда, а также специфика условий работы на подвижном составе в условиях ограниченных и замкнутых помещений (вагона и служебного купе). В период поездки на проводника воздействует ряд неблагоприятных факторов: микроклимат, шум, вибрация, ультразвук, запыленность, загазованность, температурные перепады и др., уровни которых зависят от типа вагона, его технического состояния и места расположения в составе, скорости

движения поезда, населенности вагона, состояния пути, погодных и климатических условий, исправности систем отопления и вентиляции и многих других причин [1]. Работа проводников связана с постоянным контактом с поверхностями пассажирского вагона, с пассажирами, с постельными принадлежностями, в связи с чем болезни кожных покровов и инфекционные заболевания у проводников встречаются чаще других.

Кроме того, современная эпидемиологическая обстановка характеризуется распространением новой коронавирусной инфекции COVID-19, передающейся преимущественно воздушно-капельным и контактным путями. Также данная инфекция может передаваться через пассажирские объекты [2].

Одной из важных обязанностей проводников является внутренняя уборка вагона, которая сопровождается повышенной запыленностью воздуха. Уровень запыленности зависит от типа вагона и времени года. Так, при уборке купейного вагона концентрация пыли

---

**Коновал Инна Алексеевна**, аспирант, ассистент кафедры «Химия и инженерная экология» Института управления и цифровых технологий Российского университета транспорта (ИУЦТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: гигиена и эпидемиология, обеззараживание поверхностей железнодорожного транспорта, безопасность жизнедеятельности, экология транспорта. Автор 11 научных работ.

**Бестемьянов Петр Филимонович**, доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте», директор Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: обеспечение безопасности движения поездов, автоматизированное и автоматическое управление поездами. Автор более 120 научных работ. Имеет 38 патентов на изобретения.

колеблется в среднем от 13 до 33 мг/м<sup>3</sup>. Летом в вагонах этих типов концентрация пыли составляет 36–54 мг/м<sup>3</sup> и 49–66 мг/м<sup>3</sup> соответственно. Зимой запыляемость воздуха существенно меньше: 16,3 мг/м<sup>3</sup> в купейных вагонах; 17,7 мг/м<sup>3</sup> в общих и плацкартных вагонах. Бактериологические исследования показали, что в запыленном воздухе содержится большое количество микробов, преимущественно стрепто- и стафилококков. Бактериальная загрязненность в общих и плацкартных вагонах выше, чем в вагонах купейного типа. Особенно высока запыленность и бактериальное загрязнение при уборке без применения технических средств (пылесосов). При этом влажная уборка в ряде случаев недостаточно эффективна. Специалистами ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора был проведен анализ смывов с разных поверхностей вагона после влажной уборки. Кишечная палочка обнаруживалась в 38,0–83,3% случаев [3;4].

Таким образом, проводники постоянно контактируют с повышенным количеством банальной бактериальной микрофлоры, что следует рассматривать как потенциально неблагоприятный фактор труда.

Одним из способов снижения передачи патогенных бактерий может служить антимикробная пленка с ионами серебра PURZON060B (PURE ZONE).

Пленка состоит из прозрачного литого ПВХ толщиной 2,4 мил (0,06 мм), содержащего противомикробные вещества и покрытого акриловым клеем, чувствительным к давлению. Пленка представляет собой матовую поверхность, предназначенную для антимикробной защиты поверхностей в зонах, требующих высокого уровня гигиены (больницы, сельскохозяйственные предприятия и пищевая промышленность, влажные помещения, общественные места и т.д.) [5].

PURE ZONE протестирован третьей стороной в соответствии со стандартами тестирования ISO против наиболее распространенных болезнетворных бактерий и коронавируса. В продукте применена антимикробная технология; он не защищает напрямую пользователя от воздействия бактерий или вирусов и не обеспечивает дополнительных преимуществ для здоровья [7].

Однако он уменьшает более чем 99,99% бактерий, таких как:

- кишечная палочка;
- сальмонелла (*Salmonelle enterica*);
- листерии (*Listeria monocytogenes*);
- золотой стафилококк (золотистый стафилококк);
- метициллин-устойчивый золотистый стафилококк (MRSA);

Таблица 1

**Особенности антимикробной пленки с ионами серебра**

| Параметр                                  | Средние значения                    | Стандарт                |
|-------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Толщина                                   | 0.06 mm                             |                         |
|                                           | Average values Standard             | Average values Standard |
| Предел прочности                          | min. 3.3 lb./in.<br>min. 15 N/25 mm | HEXNFX41021             |
| Относительное удлинение при разрыве       | min. 100%                           | HEXNFX41021             |
| Усадка после 160 часов при 158 °F (70 °C) | < 0.031 inch<br>< 0.6 mm            | HEXRET001               |

Таблица 2

**Клеящие свойства. Испытание на сопротивление отслаиванию при 180 ° стекла**

| Параметр                          | Средние значения           | Стандарт  |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------|
| После 20 мин<br>После нанесения   | 3.32 lb./in.<br>15 N/25mm  | HEXFTM001 |
| После 24 часов<br>После нанесения | 3.76 lb./in.<br>17 N/25mm  |           |
| Начальная цепкость                | 4.42 lb./in.<br>20 N/25mm  | HEXFTM009 |
| Итог                              | 0.11 lb./in.<br>0.5 N/25mm | HEXFTM003 |

- синегнойная палочка.

Противовирусная активность в отношении штамма человеческого коронавируса HCoV-229E (согласно стандарту ISO 21702):

- 94,99% после времени контакта 15 мин;
- 99,87% после времени контакта 60 мин.

Антимикробная пленка PURE ZONE содержит активный ингредиент (ионы серебра, одобренные ЕРА под номером файла 73148-1-91742).

В табл. 1 представлены особенности антимикробной пленки с ионами серебра. В табл. 2 даны клеящие свойства антимикробной пленки и результаты испытания на сопротивление.

Подложка — полиэтиленовая бумага с силиконовым покрытием и печатью HEXIS. Стабильна при изменении влажности.

Благодаря своим свойствам клей устойчив к большинству растворителей, таких как масла, разбавленные кислоты, спиртосодержащие соединения.

Акриловый клей, основой которого являются растворители, обеспечивает мгновенное и постоянное прилипание к поверхностям. При проведении исследований совместимости с кожей человека (под дерматологическим контролем) было выявлено, что клей безвреден — аллергическая реакция отсутствует, раздражения не вызывает. Ионы серебра являются основными активными компонентами пленки, что составляет <0,3% от общей массы продукта. Кроме того, определено, что можно проводить очистку, в том числе и дезинфекцию антимикробной пленки с использованием обычных, неабразивных средств, используемых в медицинских учреждениях. Опытным

путем установлено — антимикробная пленка устойчива к воздействию хлорных отбеливателей, спиртосодержащих растворов, воде и другим средствам, сохраняя свои антимикробные свойства даже после 365 чисток.

Имеющиеся уровни дезинфекции могут быть применены с основным использованием в зонах с наибольшим риском заражения (хирургические отделения, отделения с ослабленным иммунитетом, неонатология и т.д.).

Пленку необходимо наносить только на часто используемые для контакта участки, как ровной, так и неровной поверхности (ручки входных дверей, поручни). Диапазон рабочих температур пленки варьируется от  $-40$  до  $+90^{\circ}\text{C}$ , но наносить пленку рекомендуется при температуре атмосферного воздуха  $+10^{\circ}\text{C}$  для достижения большего контакта пленки с поверхностью. В случае, если поверхность окрашена и повреждена или не является оригинальной, пленку наносить не рекомендуется.

При соблюдении всех условий хранения пленки, в том числе учитывая относительную влажность помещения — не более 50%, вертикальное расположение пленки, температурный диапазон в помещении  $+15$ — $25^{\circ}\text{C}$ , срок годности пленки составит от 1 до 5 лет.

Совместно со специалистами лаборатории коммунальной гигиены и эпидемиологии ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора были проведены санитарно-химические испытания образцов антимикробной пленки с ионами серебра (табл. 3).

Химический анализ продуктов деструкции образцов антимикробной пленки с ионами серебра

Таблица 3

**Результаты санитарно-химических испытаний продуктов деструкции образцов антимикробной пленки с ионами серебра PURZON060B (PURE ZONE)**

| Наименование химических веществ                 | Химическая формула             | Величина ПДК, мг/м <sup>3</sup>           |                                       | Класс опасности химических веществ |
|-------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
|                                                 |                                | Максимально разовая концентрация вещества | Средне суточная концентрация вещества |                                    |
| Ацетон                                          | $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ | $350 \times 10^{-3}$                      | —                                     | 4                                  |
| Ксилол                                          | $\text{C}_8\text{H}_{10}$      | $200 \times 10^{-3}$                      | —                                     | 3                                  |
| Толуол                                          | $\text{C}_7\text{H}_8$         | $600 \times 10^{-3}$                      | —                                     | 3                                  |
| Бензол                                          | $\text{C}_6\text{H}_6$         | $300 \times 10^{-3}$                      | $100 \times 10^{-3}$                  | 2                                  |
| Этилбензол                                      | $\text{C}_8\text{H}_{10}$      | $20 \times 10^{-3}$                       | —                                     | 3                                  |
| Гидроксиметилбензол (смесь изомеров о-, м-, п-) | $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ | $5 \times 10^{-3}$                        | —                                     | 2                                  |

PURZON060B (PURE ZONE), которые выдерживались в климатической камере при температуре  $+200^{\circ}\text{C}$  и  $+400^{\circ}\text{C}$ , с экспозицией исследуемых образцов в течение 48 часов, проверялся с помощью газоанализатора ГАНГ-4.

Измерения оценивались на основании среднесуточных концентраций атмосферного воздуха (гигиенические нормативы ГН 2.1.6. 3492-17), за исключением ацетона, ксилола, толуола, этилацетата, этилбензола, гидроксиметилбензола, которые были оценены на основе максимально-разовых концентраций.

При выдерживании образцов антимикробной пленки в диапазоне температур  $+200-400^{\circ}\text{C}$ , на вторые сутки в продуктах деструкции обнаружены составляющие: ацетона ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ), толуола ( $\text{C}_7\text{H}_8$ ), ксилола ( $\text{C}_8\text{H}_{10}$ ), бензола ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), этилбензола ( $\text{C}_8\text{H}_{10}$ ), смеси о-, м-, п-изомеров ( $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ ). Превышения предельно допустимой концентрации обнаружено не было. Более того в результате деструкции отсутствуют: аммиак ( $\text{NH}_3$ ), формальдегид ( $\text{CH}_2\text{O}$ ), стирол ( $\text{C}_8\text{H}_8$ ) и др. (рисунок).

На основании проведенных исследовательских данных выявлено, что значение индекса токсичности образцов антимикробной пленки с ионами серебра PURZON060B (PURE ZONE) составляет 19,3%, что не превышает нормативное значение — 20%.

По результатам глубокого анализа нормативно-технической документации и проведенных экспериментальных исследований, выполненных специалистами ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора, установлено, что антимикробная пленка с ионами серебра PURZON060B (PURE ZONE) соответствует требованиям СП 2.5.3650-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к отдельным видам транспорта и объектам транспортной инфраструктуры» (п. 1.7), Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) (с изменениями на 22 февраля 2022 года) (утверждены решением Комиссии Таможенного Союза от 28 мая 2010 г. №299) (глава II, раздел 6); гигиеническим нормативам ГН 2.1.6.3492-17; методике определения токсичности химических веществ, полимеров, материалов и изделий с помощью биотеста «Эколюм» (МР 01.018-07); стандарту 2.15.11.04-07 «Санитарно-гигиеническая безопасность материалов, предназначенных для внутреннего оборудования пассажирских вагонов» и может использоваться для оклеивания элементов интерьера (ручек, поручней, столов, дверных элементов, кранов, кнопок смыва в туалетах) на подвижном составе транспортных средств. Следовательно, проведенные мероприятия снизят риск распространения бактерий и вирусов. 

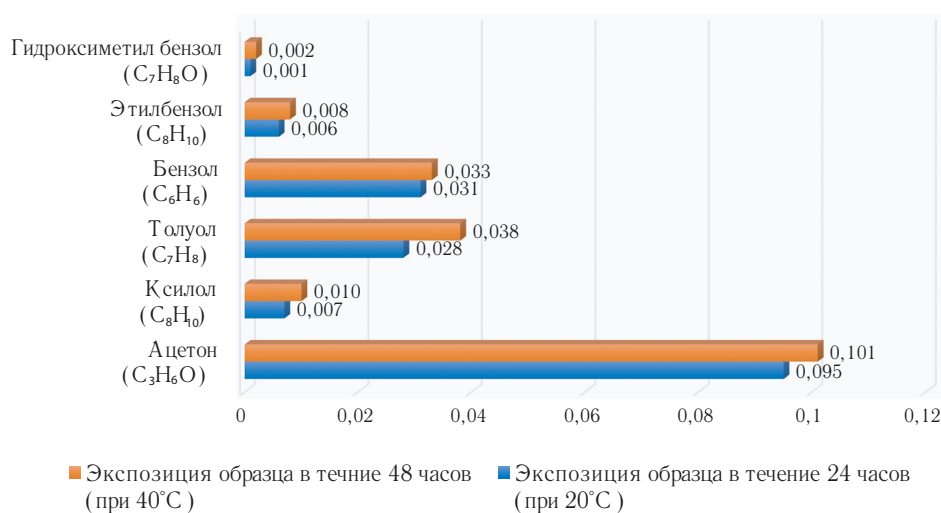


Рисунок. Фактические показатели химических веществ, не более,  $\text{мг}/\text{м}^3$

## Литература

1. Актуальные вопросы противоэпидемической и экологической безопасности пассажирских объектов железнодорожного транспорта / М.Ф. Вильк, О.О. Сеницына, О.С. Сачкова, И.А. Коновал. — Текст: непосредственный // Гигиена и санитария. — 2019. — Т. 98, № 12. — С. 1376—1379.
2. Коновал, И.А. Анализ риска для здоровья пассажиров железнодорожного транспорта / И.А. Коновал, О.С. Сачкова, Т.В. Гаранина. — Текст: непосредственный // Актуальные проблемы гигиены, токсикологии и профпатологии: материалы научно-практической конференции молодых ученых. — Мытищи: Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, 2019. — С. 127—129.
3. Анализ заболеваемости работников пассажирской железнодорожной службы / А.М. Королева, В.М. Пономарев, В.А. Аксёнов, О.С. Юдаева, А.С. Козлов. — Текст: непосредственный // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. — 2018. — № 7 (1). — С. 44—49.
4. Пономарев, В.М. Анализ и расчёты рисков факторов трудовой деятельности работников железнодорожного комплекса на заболеваемость / В.М. Пономарев, О.С. Сачкова, А.М. Королева. — Текст: непосредственный // Наука и техника транспорта. — 2018. — № 3. — С. 108—111.
5. Разработка технических, санитарно-гигиенических и экологических требований к шторе, предназначенной для организации индивидуального пространства в пассажирских вагонах открытого типа. — Текст: непосредственный / О.С. Сачкова, В.А. Аксёнов, И.А. Коновал, В.Б. Шевченко // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. — 2019. — № 3(381). — С. 228—232.
6. Коновал, И.А. Анализ результатов исследований энергетической освещенности в спектральном диапазоне УФ (А,В,С) при отработке режимов обеззараживания поверхностей душевого модуля пассажирских вагонов / И.А. Коновал. — Текст: непосредственный // Наука и техника транспорта. — 2020. — № 3. — С. 91—96.
7. BSI BS ISO 22196-2011 Measurement of antibacterial activity on plastics and other non-porous surfaces. Измерение антибактериальной активности на поверхности пластмасс и других непористых материалов :международный (зарубежный) стандарт: статус действующий: дата принятия :31 августа 2011.
8. ISO 21702-2019 Measurement of antiviral activity on plastics and other non-porous surfaces.Измерение антивирусной активности Пластмассы и других непористых поверхностей: международный (зарубежный) стандарт: статус действующий: дата принятия 01 мая 2019.