

ОБЕСПЕЧЕНИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ ЛОКОМОТИВНОЙ ТЯГИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ



Д.В. Гречушникова



Н.Н. Попова

Представлены физико-химические свойства и преимущества труб напорных металлополимерных; программа и методика исследований труб напорных металлополимерных; результаты санитарно-химических исследований в модельных условиях. Результаты, полученные в ходе исследований, позволяют сделать заключение о возможности применения исследуемых труб напорных металлополимерных в системе водоснабжения пассажирских вагонов локомотивной тяги.

Ключевые слова: пассажирские вагоны локомотивной тяги, холодное и горячее водоснабжение, трубы напорные металлополимерные

EDN: XYXMLD

Система водоснабжения пассажирского вагона является одной из самых важных технических систем управления качеством водоподготовки.

Качество воды в заправочных колонках по санитарно-химическим и микробиологическим показателям должно соответствовать требованиям СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». При заправке вагона водой на станции возникают риски загрязнения системы водоснабжения вагона из-за нарушения правил хранения и эксплуатации наливных шлангов. Система водоснабжения вагона включает в себя баки для хранения запаса воды, расположенные с двух сторон в верхней части вагона, разводящие трубопро-

воды, разобщительные и сливные вентили и краны. Заправка водой (ее поступление в баки) осуществляется снизу вагона через заправочные патрубки, которые подсоединены к наливному шлангу водоразборной колонки на станционных путях.

Основным и наиболее вероятным путем попадания микроорганизмов в систему водоснабжения вагона являются наливные трубы, не имеющие защиты от внешней среды.

Система водоснабжения должна быть оборудована установкой обеззараживания воды и подлежать дезинфекции не реже одного раза в год (п.4.5.12, 4.5.13 СП 2.5.3650-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к отдельным видам транспорта и объектам инфраструктуры», МР 2.5.0245-21 «Методические рекомендации по обеспечению санитарно-эпидеми-

Гречушникова Дария Викторовна, старший научный сотрудник лаборатории коммунальной гигиены и эпидемиологии отдела медико-биологических исследований ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта» (ВНИИЖГ Роспотребнадзора). Область научных интересов: охрана труда, техносферная безопасность, санитарно-гигиенические исследования системы водоснабжения пассажирских вагонов локомотивной тяги. Автор 16 научных работ.

Попова Наталья Николаевна, главный инженер Центральной дирекции по тепловодоснабжению – филиала ОАО «РЖД» (ЦДТВ). Область научных интересов: безопасность труда. Автор трех научных работ.

ологических требований к отдельным видам транспорта и объектам транспортной инфраструктуры»), а также при выявлении в рамках производственного контроля несоответствия питьевой воды требованиям, установленным в СанПиН 1.2.3685-21.

В лаборатории коммунальной гигиены и эпидемиологии ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора проведены испытания образцов труб напорных металлополимерных марки (PE/Хс) с целью применения их в системе водоснабжения пассажирских вагонов.

Образцы труб состоят из пяти слоев (рисунок):

- внутреннего утолщенного слоя основной трубы, выполняющего несущие и прочностные функции, изготовленного из полиэтилена, сшитого электронно-лучевым методом (PE/Хс);
- алюминиевой трубы со швом, сваренным впритык лазером, являющейся барьерным слоем с низкой кислородопроницаемостью и выполняющей антидиффузионную и стабилизирующую функции;
- наружного слоя полиэтилена (PE) белого цвета, защищающего трубу от ультрафиолета и механических повреждений;
- клеевых слоев (адгезивы), находящихся между алюминиевым и полимерными слоями.

В табл. 1 представлены физико-механические свойства труб напорных металлополимерных из сшитого полиэтилена с наружным барьерным слоем PE/Хс.

Основными преимуществами труб напорных металлополимерных из сшитого полиэтилена с наружным барьерным слоем PE/Хс являются:



Рисунок. Схема слоев трубы напорной металлополимерной из сшитого полиэтилена с наружным барьерным слоем PE/Хс

- высокая стойкость к температурам (до 95°C) и механическим нагрузкам (стойкость к гидравлическим ударам);
- отсутствие коррозии;
- высокая гибкость, стойкость к перегибам;
- повышенная стабильность трубопроводов;
- повышенная стабильность труб, обладающих «эффектом памяти».

Для проведения гигиенической оценки материалов, используемых в трубах, необходимо провести санитарно-химические исследования состава веществ,

Таблица 1

Физико-механические свойства труб напорных металлополимерных из сшитого полиэтилена с наружным барьерным слоем PE/Хс

Наименование параметра	Величина параметра	
Номинальный наружный диаметр, мм	16	20
Внутренний объем, дм ³ /м	0,106	0,163
Теплопроводность, Вт/(м · К)	0,35	0,35
Коэффициент линейного расширения, мм/(м · К)	0,2	0,2
Шероховатость поверхности, мм	0,015	0,015
Минимальный радиус изгиба при 20°C, мм	80	100
Плотность, г/см ³	0,94	0,94
Максимальная рабочая температура, °С, при давлении 3 бар	95	95
Максимальное рабочее давление, бар, при температуре теплоносителя 70°C	10	10

Таблица 2

Условия проведения исследований образцов труб напорных металлополимерных

№ п/п	Наименование систем водоснабжения	Временные экспозиции				
		1 час	2 часа	10–12 часов	3 суток	7 суток
1	Горячее водоснабжение (75–80°C)	+	+	–	–	–
2	Горячее водоснабжение (50–75°C)	–	–	+	–	–
3	Холодное водоснабжение (18–20°C)	–	–	+	+	+

Примечание. «+» – проводилась оценка; «–» – не проводилась оценка.

мигрирующих в водную среду из образцов труб при различных температурно-временных режимах холодного и горячего водоснабжения в соответствии с условиями, указанных в табл. 2.

Исследования проводились в лабораторных условиях в соответствии с Методическими указаниями МУ 2.1.4.2898-11 «Санитарно-эпидемиологические исследования (испытания) материалов, реагентов и оборудования, используемых для водоочистки и водоподготовки» по органолептическим, интегральным показателям и мигрирующим веществам из материалов, контактирующих с питьевой водой (никель, медь, свинец, хром и т.д.).

Отбор проб и анализы проводились после каждой экспозиции, указанной в программе испытаний, на соответствие требованиям СанПиН 1.2.3685-21. Образцы труб перед проведением исследований визуально осматривались на влияние поверхностных дефектов: разрывов, трещин и царапин. Исследования проводились в трехкратной повторности.

Методика исследования образцов труб для использования в системах холодного водоснабжения

Подготовленные образцы промывались в лабораторных условиях проточной водопроводной водой в течение часа, 2 раза дистиллированной водой (методом залива), заполнялись модельной средой (дистиллированная вода), герметично закрывались и выдерживались:

- образец трубы №1 – 12 часов (при температуре 18–20°C);
- образец трубы №2 – 3 суток (при температуре 18–20°C);
- образец трубы №3 – 7 суток (при температуре 18–20°C).

Модельная среда из образцов труб подвергалась химическим исследованиям. Полученные усредненные результаты по интегральным показателям (перман-

ганатная окисляемость, характеризующая миграцию органических и окисляемых неорганических соединений, водородный показатель – рН), по органолептическим показателям (запах, привкус, цветность, мутность) и химическим показателям (никель, хром, железо, марганец, цинк и др.) представлены в табл. 3 и отвечают требованиям СанПиН 1.2.3685-21.

Методика исследования образцов труб для использования в системах горячего водоснабжения

Для исследований материала труб, который по условиям эксплуатации контактирует с водой повышенной температуры, были отобраны образцы (№4, №5, №6). После их промывки проточной водопроводной водой в течение часа и двукратной промывки дистиллированной водой (методом залива), образцы заполнялись модельной средой, герметично закрывались и выдерживались:

- образец трубы №4 – 1 час при 80°C;
- образец трубы №4а – 1 час при 80°C, повторная заливка модельной средой;
- образец трубы №5 – 2 часа при 80°C;
- образец трубы 5а – 2 часа при 80°C, повторная заливка модельной средой;
- образец трубы №6 – 10 часов при температуре 50–60°C.

Полученные после испытаний растворы подвергали химическим исследованиям согласно МУ 2.1.4.2898-11 «Санитарно-эпидемиологические исследования (испытания) материалов, реагентов и оборудования, используемых для водоочистки и водоподготовки». Отбор проб и анализ из образцов проводился после каждой экспозиции с трехкратной повторностью.

Усредненные результаты санитарно-химических исследований представлены в табл. 4. Из приведенных результатов в табл. 4 видно, что в интегральных показателях при повторной заливке той же трубы произо-

Таблица 3

Результаты исследований материалов на степень загрязнения питьевой воды веществами, мигрирующими из образцов труб напорных металлополимерных при температурно-временных режимах холодного водоснабжения после предварительной промывки

Наименование показателей	Температурно-временные режимы (18–20°С)			Контрольный раствор (дистиллированная вода)	Допустимые количества миграции	Предельно-допустимые концентрации по СанПиН 1.2.3685-21, не более	Единицы измерения
	Образец трубы №1 (12 часов)	Образец трубы №2 (3 суток)	Образец трубы №3 (7 суток)				
Интегральные показатели							
Водородный показатель (рН)	6,01±0,1	6,81±0,1	6,6±0,1	5,67±0,1	–	6,0–9,0	единицы рН
Окисляемость перманганатная	0,13±0,03	0,18±0,045	0,53±0,13	0,65±0,16	–	5,0	мг/дм ³
Органолептические показатели							
Запах	1,0	1,0	1,0	1,0	–	2	баллы
Вкус и привкус	0	1,0	0	1,0	–	2	баллы
Цветность	<2	<2	2,6±2	–	–	20	градусы цветности
Мутность (по формазину)	0	0	0	–	–	2,6	ЕМФ
Мигрирующие вещества							
Марганец	0,020±0,005	0,022±0,005	0,025±0,005	0,01±0,002	0,1	0,1	мг/дм ³
Медь	0,10±0,012	0,13±0,016	0,38±0,046	0,02	1,0	1,0	мг/дм ³
Свинец	0,003±0,001	0,0032±0,001	0,0042±0,001	0,005±0,001	0,009	0,01	мг/дм ³
Цинк	0,100±0,035	0,106±0,037	0,110±0,038	0,2	1,0	5,0	мг/дм ³
Железо	0,034±0,013	0,039±0,013	0,095±0,015	0,05	0,3	0,3	мг/дм ³
Сульфаты	0,77±0,15	0,77±0,15	0,81±0,16	0,5	–	500,0	мг/дм ³
Хлориды	9,8±1,69	10,5±1,72	11,03±1,73	<2,2	–	350,0	мг/дм ³

шло заметное снижение водородного показателя (рН) и перманганатной окисляемости в пробах №4а, №5а. Отмечено улучшение качества воды по органолептическим показателям (запах, привкус, цветность, мутность) и по химическим показателям (никель, железо, марганец, свинец). Миграция химических веществ носит убывающий характер.

Все приведенные результаты в табл. 3 показывают соответствие качества исследуемой воды требованиям СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» и СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».

Проведенные санитарно-химические исследования образцов труб напорных металлополимерных по оценке их пригодности для систем водоснабжения

пассажи́рских вагонов показали, что мигрирующие в воду соединения не повлияли на органолептические свойства воды, что под действием повышенных температур, как наиболее агрессивного фактора, миграция носит убывающий характер, а интегральные показатели находятся на уровне модельной среды. Полученные результаты исследования качества воды из исследуемых труб соответствуют требованиям СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Так же проведены исследования по МР 01.018-07 «Методика определения токсичности химических веществ, полимеров, материалов и изделий с помощью биотеста «Эколюм»» модельных сред при холодном и горячем водоснабжении по оценке интегрального показателя токсичности образцов труб и составила:

- в холодном водоснабжении при температуре $18\pm 20^{\circ}\text{C}$ – 13,7% при норме до 20%;
- в горячем водоснабжении при температуре 80°C – 19,8% при норме до 20%. 

Таблица 4

Результаты исследований материалов на степень загрязнения питьевой воды веществами, мигрирующими из образцов труб напорных металлополимерных при температурно-временных режимах горячего водоснабжения после предварительной промывки

Наименование показателей	Температурно-временной режим 80°С				50—60°С		Контрольный раствор (дистиллированная вода)	Допустимые количества миграции	Предельно-допустимые концентрации по СанПиН 1.2.3685-21, не более	Единицы измерения
	Образец трубы №4 (1 час)	Образец трубы №4 (повтор)	Образец трубы №5 (2 час)	Образец трубы №5 (повтор)	Образец трубы №6 (10 часов)	Образец трубы №6 (10 часов)				
Интегральные показатели										
Водородный показатель (рН)	6,92±0,1	6,28±0,1	6,94±0,1	6,79±0,1	6,58±0,1	6,03±0,1	—	—	6,0—9,0	единицы рН
Окисляемость перманганатная	0,185±0,046	0,132±0,033	0,792±0,20	0,264±0,066	0,158±0,066	0,672±0,066	—	—	5,0	мг/дм ³
Органолептические показатели										
Запах	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	—	—	—	2	баллы
Вкус и привкус	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	—	—	—	2	баллы
Цветность	4,9±2	3,7±2	6,2±2	4,9±2	5,5±2	—	—	—	20	градусы цветности
Мутность (по формазину)	0,37	0,21	0,53	0,32	0,20	—	—	—	2,6	ЕМФ
Мигрирующие вещества										
Марганец	0,025±0,006	0,008±0,0019	0,030±0,007	0,008±0,0019	0,025±0,006	0,01±0,002	0,1	0,1	0,1	мг/дм ³
Медь	0,91±0,11	0,10±0,012	0,19±0,023	0,11±0,013	0,10±0,012	0,02	1,0	1,0	1,0	мг/дм ³
Свинец	0,015±0,004	0,0062±0,0015	0,020±0,0047	0,0054±0,013	0,0036±0,001	0,005±0,0012	0,009	0,01	0,01	мг/дм ³
Цинк	0,1±0,035	0,106±0,037	0,123±0,042	0,106±0,037	0,103±0,036	0,2	1,0	5,0	5,0	мг/дм ³
Железо	0,061±0,014	0,042±0,013	0,078±0,014	0,064±0,014	0,053±0,014	<0,05	0,3	0,3	0,3	мг/дм ³
Сульфаты	2,06±0,41	0,9±0,18	1,3±0,26	1,4±0,28	0,8±0,16	0,5	—	—	500,0	мг/дм ³
Хлориды	14,7±1,8	9,8±1,69	9,8±1,69	9,8±1,69	11,0±1,73	2,2±0,4	—	—	350,0	мг/дм ³

Литература

1. СП 2.5.3650-20. Санитарно-эпидемиологические правила. Санитарно-эпидемиологические требования к отдельным видам транспорта и объектам транспортной инфраструктуры. Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 16 октября 2020 года №30. – URL: www.pravo.gov.ru (дата обращения: 24.02.2024). - Текст: электронный.
2. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 №2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (вместе с СанПиН 1.2.3685–21). - Текст: электронный // Консультант Плюс: [сайт]. - URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&ts=udCK-d8TGym1ROyUX2&cacheid=11198D3D4BFAB65D3F6FFBE32424458C&mode=splus&base=LAW&n=375839#LJHKd8TG5ApdE8Hl> (дата обращения: 12.04.24).
3. МУК 2.1.4.2898-11. Методические указания. Санитарно-эпидемиологические исследования (испытания) материалов, реагентов и оборудования, используемых для водоочистки и водоподготовки: утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации: дата введения 2011-07-12. - Москва, 2011. – Текст: непосредственный.
4. Юдаева, О. С. Обеспечение санитарно-гигиенической и экологической безопасности пассажирских вагонов локомотивной тяги в условиях эксплуатации / О. С. Юдаева, Д. В. Гречушникова. - Текст : непосредственный // Безопасность жизнедеятельности. - 2017. - № 3 (195). - С. 22-27.
5. Анализ эффективности работы системы водоснабжения пассажирских вагонов / В. А. Аксенов, В. И. Апатцев, О. С. Юдаева, Д. В. Гречушникова. - Текст : непосредственный // Естественные и технические науки. - 2017. - № 7 (109). - С. 24-28.
6. Гречушникова, Д. В. Современное оборудование системы водоснабжения вагонов локомотивной тяги / Д. В. Гречушникова, О. С. Сачкова, В. И. Апатцев. - Текст : непосредственный // Наука и техника транспорта. - 2022. - № 1. - С. 88-93.
7. Юдаева, О. С., Мероприятия по улучшению качества питьевого водоснабжения в пассажирских вагонах локомотивной тяги / О. С. Юдаева, Д. В. Гречушникова, А. С. Козлов. - Текст : непосредственный // Проблемы безопасности российского общества. - 2017. - № 4. - С. 79-82.
8. Буйнова, Е. И. Оценка качества воды в пассажирских вагонах / Е. И. Буйнова, И.С. Куприенко. - Текст : непосредственный // Конференция «Образование, наука, производство», г. Белгород, 15-16 октября 2016 г.: VIII Международный молодежный форум, 2016. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова. - С. 123-126.
9. Колодезная, А. С. Оценка качества воды в пассажирских вагонах / А. С. Колодезная. - Текст : непосредственный // Актуальные проблемы экологии и охраны труда : г. Курск, 04 июня 2019 года : сборник статей XI Международной научно-практической конференции. Посвящается 55-летию Юго-Западного государственного университета, 2019. - Курск : Юго-Западный государственный университет. - С. 202-208.