

Устройство, эксплуатация и обслуживание туалетов с биореакторами

Федеральные железные дороги Швейцарии (SBB) сравнительно поздно начали оснащать свой парк подвижного состава биотуалетами. Поскольку использование обычных туалетов на новой высокоскоростной линии Маттштеттен — Ротрист, на которой базируется швейцарская программа Bahn 2000, было признано недопустимым, компания SBB в рамках модернизации своего междугородного подвижного состава установила в вагонах туалеты замкнутого цикла с биореактором. Последний заменил бак-накопитель, который нужно было очищать каждые 2–5 дней. В биореакторе, разработанном компанией AKW A+V Protec, задерживаются твердые фракции, объем которых уменьшается за счет биологических процессов разложения, и поэтому они должны удаляться лишь один раз в шесть месяцев. Жидкая составляющая очищается и дезазотируется с помощью микроорганизмов. Биологически обработанная жидкость подвергается вслед за этим дополнительной гигиенической обработке, после чего может сливаться на железнодорожное полотно. В соответствии с указаниями контролирующих ведомств очищенная остаточная жидкость регулярно проверяется на содержание микробов. Как правило, предельно допустимые значения не превышаются.

Компания AKW A+V Protec со штаб-квартирой в Хиршау (Германия) известна во всем мире не только как разработчик и изготовитель биореакторов для железнодорожного подвижного состава. Она также создает установки для очистки и подготовки питьевой и технической воды, устройства кондиционирования воздуха, системы обработки сточных вод как в коммунальных хозяйствах, так и на промышленных предприятиях. Компактные биореакторы, разрабатываемые компанией и защищенные патентом, используются как в вагонах, так и в системах мобильных туалетов с рециркуляцией смывочной воды.

Решающим фактором в пользу принятия решения о введении биотуалетов на железной дороге послужило то, что процесс очистки реактора от твердого остатка является более экономичным и экологичным по сравнению с операцией по опорожнению накопительных баков традиционной системы туалетов. Дополнительные расходы на установку биотуалетов окупаются через пять лет за счет экономии на очистке. В настоящее время на сети SBB в эксплуатации находится более 500 биотуалетов. Установки работают надежно. Это подтверждается также тем, что вагоны SBB с такими туалетами имеют неограниченный до-

пуск к эксплуатации на сети железных дорог Германии (DB).

На ранних стадиях развития железнодорожного транспорта туалеты в вагонах не были чем-то само собой разумеющимся. Лишь к концу XIX столетия с увеличением дальности поездок туалетами стали оборудовать сначала вагоны первого класса, а затем и всех других классов. Техника с фановой трубой была простой и работала надежно на низких и средних скоростях. Однако при этом происходило засорение железнодорожного полотна туалетной бумагой. Сами же стоки довольно быстро разлагались под атмосферным воздействием.

При скорости движения более 160 км/ч эта техника перестает надежно работать. Фекалии мелко распыляются и загрязняют тележку вагона. Продукты их распада обладают очень сильными коррозионными свойствами и могут вызвать повреждение незащищенных частей. При неблагоприятных перепадах давления возможен обратный выброс фекалий из фановой трубы в унитаз. В связи с этим для высокоскоростного подвижного состава нужно было искать новые решения. Французские поезда TGV начали оборудовать распространенными в авиационной технике рециркуляционными туалетами, в которых жидкая составляющая подвергается химической обработке и затем используется для смыва. На поездах ICE стали применять вакуумные туалеты с баком-сборником. Такой выбор был сделан на основе результатов исследований, проведенных Центром по исследованиям и материально-техническому снабжению железных дорог Германии (BZA) в Миндене в 1986 г. В туалетах обоих типов сборные емкости должны опорожняться через каждые 2–5 дней.

Федеральные железные дороги Швейцарии (SBB) сравнительно поздно начали устанавливать туалеты закрытого типа. Только к

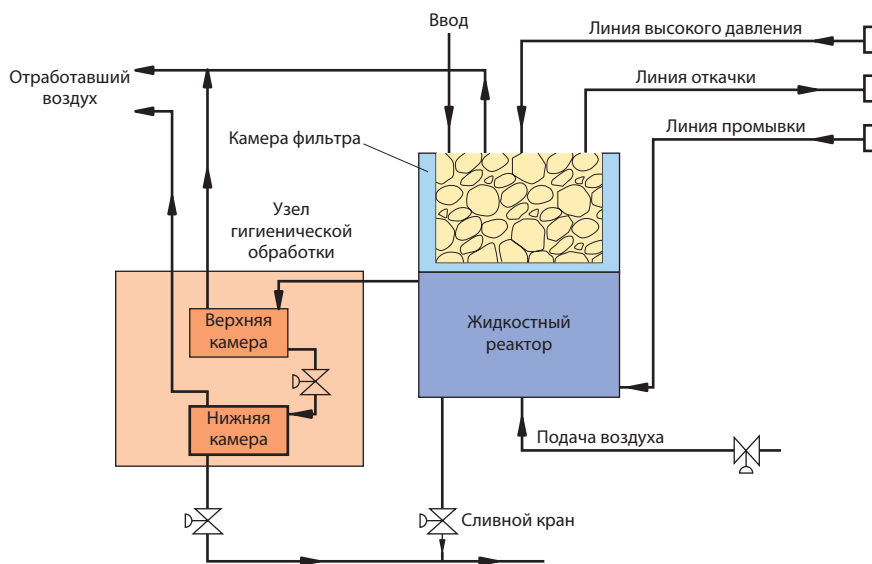


Рис. 1. Схема и принцип действия биореактора

началу 1990-х годов SBB приняли решение об оснащении всего подвижного состава новых поколений такими туалетами. Специально закупленные в рамках программы Bahn 2000 двухэтажные поезда, а также поезда, составленные из вагонов с наклоняемыми кузовами, были оборудованы баком-сборником в соответствии с тогдашним уровнем техники того периода. На остальном подвижном составе SBB решили устанавливать систему с биореактором.

Принцип действия биореактора

Биореактор, разработанный и выпускаемый компанией AKW A+V Protec (Германия), состоит из следующих основных элементов:

- емкость для твердой составляющей;
- реактор для жидкой фракции;
- узел гигиенической обработки.

Как показано на рис. 1, стоки из унитаза попадают в корпус фильтра, расположенного в емкости для твердой составляющей. Твердая фракция здесь задерживается и с помощью биологических процессов разложения уменьшается в объе-

ме. Благодаря этому фильтр можно очищать один раз в 6 мес. При оценке скорости накопления твердой фракции в качестве ориентировочной величины можно принять 10 литров на 1000 использований туалета. Остаточная масса на 85% состоит из органических веществ и может использоваться как составляющая компостов. Твердый остаток может также удаляться через обычную канализацию.

Отфильтрованная жидкость отводится в реактор для жидкой фракции. Имеющиеся в нем специальные микроорганизмы очищают и дезазотируют сточные воды. Еще не минерализованные молекулы и аммонизированный азот окисляются путем непрерывной продувки жидкостного реактора воздухом.

По истечении определенного времени жидкость, подвергшаяся биологическому воздействию, подается в узел гигиенической обработки, где она нагревается до температуры 85 °С для уничтожения еще сохранившихся микробов. После этого жидкость приобретает такие же гигиенические характеристики, как слив из ванны. Она соответствует требованиям стандартов ЕС к сточным водам и может сливаться на железнодорожное полот-

но. Чтобы предотвратить образование луж на территории станций, жидкость сливается на путь во время движения при скорости не ниже 45 км/ч.

Биореактор может комбинироваться с широко распространенными системами вакуумного смыва. Количество используемой в этих системах воды составляет всего 0,5–0,8 л на один смыв, однако это оказывается достаточным для поддержания нужного уровня биологической активности реактора. Посторонние предметы, попадающие в систему, надежно задерживаются механическим фильтром, не мешают протеканию биологических процессов и удаляются при очередном опорожнении бака для твердого остатка.

Чистящие средства и медикаменты, попадающие в систему в процессе пользования туалетом, дестабилизируются с помощью слоя из активированного угля в биореакторе, а выделившиеся из них токсичные вещества разлагаются микроорганизмами. Биологическая активность реактора может быть нарушена только при преднамеренном сливе в туалет большого количества чистящих или дезинфицирующих средств.

Конструктивные модификации биореакторов

Биореакторы могут устанавливаться как внутри вагона, так и снаружи (под кузовом). Так, в моторвагонном поезде SBB биореактор смонтирован в шкафу, установленном в тамбуре головного вагона с кабиной управления. Кроме того, разработана компактная система биореактора, предназначенная для установки в кабине туалета. Над ним обычно монтируют бак для воды. При переоборудовании вагонов биореактор для наружной установки закрепляется под кузовом вагона на место, где раньше располагал-

Технические данные биореакторов

Параметр	Тип биореактора			
	Stb 21 FLIRT	IC-Bt	Integral	EW IV
Вид установки	Внутренняя		Наружная подкузовная	
Число использований в день	80	60	120	
Интервал очистки, мес	4	6	4	6
Размеры, мм	900 × 390 × 1965	1022 × 580 × 1225	1715 × 890 × 383	2000 × 1000 × 445
Масса, кг:				
очищенный	230	172	370	420
заполненный	530	400	650	740
Потребляемая мощность, Вт:				
переменного тока	1500 при 3×400 В	1000 при 230 В	1900 при 230 В	
постоянного тока	50 при 24 В	15 при 36 В	50 при 36 В	50 при 36 В
Прием сточных вод	По трубе	Непосредственно		
Монтаж	Крепление к полу		Крепление к поперечной балке рамы	Крепление в нижней раме на консолях

ся сборный бак традиционной системы туалетов. Системы наружной установки оборудуются устройствами обогрева, что обеспечивает их работоспособность при температуре воздуха до -25 °С. Если вагоны в течение длительного времени находятся в отстое без подачи электроэнергии, то вода должна сливаться во избежание «размораживания» системы. Для резервуаров с твердым остатком такая мера предосторожности не требуется.

Управление работой биореактора производится с помощью программируемой электроники. Система сама контролирует свою работу путем сравнения заданных и действительных параметров, при этом контролируется работа всех важных узлов. Информация о нарушениях в работе реактора и степени заполнения резервуара для твердого остатка выдается в виде предупредительного сообщения и с помо-

щью стандартизированного интерфейса шины передается в систему управления подвижного состава. В таблице приведены технические данные биосистем для внутренней и наружной установки.

Результаты эксплуатации

Компания AKW A+V Protec разработала биореактор в середине 1990-х годов. Первые мелкие партии реакторов были установлены в служебных вагонах железных дорог Германии (DB) и в поездах железнодорожной компании Bayerische Oberlandbahn.

Федеральные железные дороги Швейцарии установили первые биореакторы в 1996 г. в 60 вагонах с кабиной управления междугородных поездов. Постепенно число находящихся в эксплуатации и заказанных реакторов внутренней уста-

новки возросло до 200, а наружной — до 600 и более. С течением лет система совершенствовалась, в связи с чем потребовалась модернизация действующих систем. Эти усовершенствования коснулись прежде всего конструкции некоторых клапанов и зондов, контролирующей степень заполнения бака для твердого остатка. Последний опорожняется один раз в 6 мес в рамках плановых периодических работ путем промывки под высоким давлением и откачки. Один раз в год должны очищаться зонды, контролирующей степень заполнения емкостей, а также удаляться накипь с нагревательных стержней узла гигиенической обработки. Если все перечисленные работы по обслуживанию выполняются правильно и в срок, установка работает надежно и отвечает требованиям экологического законодательства. Анализ работы 500 установок с биореакторами, эксплуати-

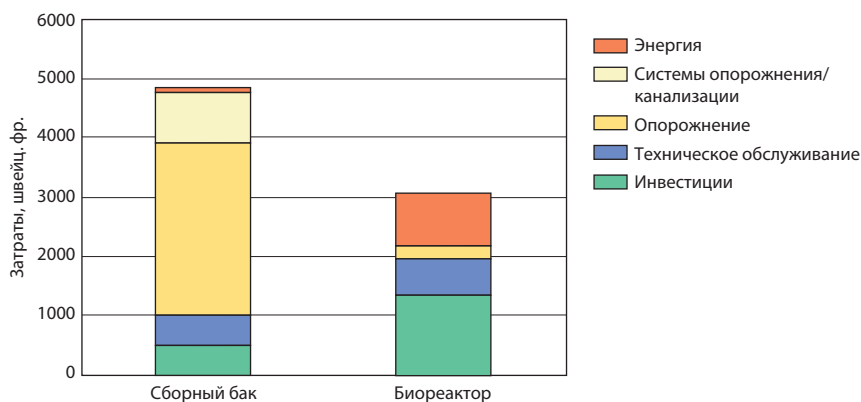


Рис. 2. Сравнение годовых затрат для двух систем

руемых в поездах междугородного сообщения, показал, что чаще всего отказы случаются не в биореакторе, а в вакуумных системах туалетов.

SBB регулярно проводят проверку на наличие микробов в остаточной жидкости после гигиенической обработки. Соответствующие анализы выполняются независимой лабораторией. Ни в одной из исследованных проб микробы не были обнаружены. Эти данные подтверждают результаты проведенных в свое время в Германии сертификационных испытаний. Таким образом, биореактор обеспечивает надежную очистку сточных вод на подвижном составе. Этот вывод нашел также свое отражение в экологическом законодательстве Швейцарии, которое в рамках закона о защите водных ресурсов разрешает сливать очищенную остаточную жидкость с железнодорожного подвижного состава. По результатам исследований, проведенных DB, и результатам независимой экспертизы Федерального бюро железных

дорог Германии (EVA) биотуалеты фирмы Protec получили также ограниченный допуск для установки и использования на железнодорожном подвижном составе в Германии.

Экономическая эффективность

Стоимость туалета с биореактором примерно на 35% больше, чем традиционного с баком-сборником. Из-за большей сложности биореактор требует также повышенных расходов на техническое обслуживание и потребляет больше энергии. Однако его решающее преимущество заключается в меньших затратах на удаление отходов. Более высокая стоимость окупается уже через 3–4 года.

На рис. 2 показано сравнение годовых расходов для двух систем наружной установки, одна из которых оборудована биореактором, другая нет.

Еще одним не подвергавшимся количественной оценке преимуществом туалета с биореактором является более высокая гибкость в использовании подвижного состава. У вагонов, оборудованных таким туалетом, отсутствует необходимость в опорожнении через каждые 3 дня сборных емкостей, а этот процесс для подвижного состава многих типов обычно определяет минимальный интервал между работами по техническому обслуживанию. Удаление твердого остатка из биореактора не требует дорогостоящих стационарных установок.

Перспективы

Биореактор является готовой системой, подтвердившей свою надежность в условиях эксплуатации. Кроме Швейцарии эта система поставляется железнодорожным компаниям в Германии, Испании, Нидерландах, Франции и Австрии. Продолжаются исследовательские работы по совершенствованию процесса сухого удаления твердого остатка и повторному использованию очищенной воды для смыва в туалете. В странах, соседствующих со Швейцарией, ведутся работы по созданию компактных систем на базе биореакторов, которыми будут оснащаться вагоны новых и модернизируемых поездов.

По материалам компании AKW A + V Protec.